



**TUGAS AKHIR - TE 145561**

**PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL DAN  
MONITORING PADA TANGKI TIMBUN CPO DAN PKO**

Shinta Bella Mardiyanti  
NRP 2213030057

Dosen Pembimbing  
Imam Arifin S.T. M.T

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016





**FINAL PROJECT - TE 145561**

***DESIGN AND REALIZATION CONTROL SYSTEM AND MONITORING  
OF THE STORAGE TANK CPO AND PKO***

Shinta Bella Mardiyanti  
NRP 2213030057

Supervisor  
Imam Arifin S.T. M.T.

ELECTRICAL ENGINEERING D3 STUDY PROGRAM  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



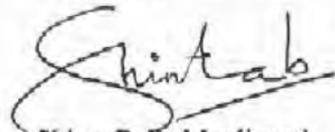
## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Perancangan dan Realisasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Pada Tangki Timbun CPO dan PKO**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 31 Mei 2016



Shinta-Bella Mardiyanti  
NRP 2213030057

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL DAN  
MONITORING PADA TANGKI TIMBUN CPO DAN PKO**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Diploma Teknik  
Pada  
Bidang Studi Komputer Kontrol  
Jurusan D3 Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing



**SURABAYA  
MEI, 2016**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL DAN *MONITORING* PADA TANGKI TIMBUN CPO DAN PKO

**Nama** : Shinta Bella Mardiyanti  
**Pembimbing** : Imam Arifin S.T. M.T.

### ABSTRAK

Rendahnya kualitas *Deterioration of Bleachability Index* (DOBI), dan tingginya kadar *Free Fatty Acid* (FFA) dan air pada minyak kelapa sawit menandakan bahwa minyak kelapa sawit tidak sesuai dengan spesifikasi. Untuk mencapai kualitas terbaik, temperatur *Cernel Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel Oil* (PKO) harus dalam rentang 50-55°C. Temperatur juga berpengaruh pada sistem penyaluran dalam pembacaan *flowmeter*. Keakuratan dalam pembacaan *flowmeter* dibutuhkan untuk mengurangi kecurangan yaitu selisih jumlah antara minyak masuk dan keluar. Sistem kontrol dan *monitoring* sangat diperlukan untuk kenaikan temperatur dan pembacaan aliran pada tangki timbun. Kontrol temperatur diperlukan agar kenaikannya tidak melebihi 5°C per harinya dan mencapai spesifikasi. Kontroler dan *plant* yang berjarak sekitar 15 meter memerlukan suatu sistem yang mampu dikendalikan secara jarak jauh. Konsep dan arsitektur SCADA digunakan pada sistem tangki timbun yang meliputi proses *unloading*, penimbunan dan *loading*. Sistem *monitoring* juga digunakan pada level tangki, agar diketahuinya level maksimal dan minimal. Sistem yang dibangun mampu dilakukan secara jarak jauh dengan media komunikasi profibus. Dengan menggunakan komunikasi profibus mampu memudahkan pengaturan dan monitoring tangki CPO dan PKO dari ruang kontrol.

**Kata Kunci** : aliran, level, temperatur, tangki timbun, minyak kelapa sawit, SCADA, profibus

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**DESIGN AND REALIZATION CONTROL SYSTEM AND  
MONITORING OF THE STORAGE TANK CPO AND PKO**

**Name** : Shinta Bella Mardiyanti  
**Supervisor** : Imam Arifin S.T M.T

**ABSTRACT**

*Low quality deterioration of Bleachability Index (DOBI), high levels of Free Fatty Acid (FFA) and water at palm oil indicates if oil does not comply with the product specifications. To achieve the best quality, temperature Cernel Palm Oil (CPO) and Palm Kernel Oil (PKO) should be in the range of 50-55°C. Temperature also affects the distribution system in the reading flowmeter. The accuracy of the flowmeter readings needed to reduce fraud which is the difference between the amount of oil in and out. Control and monitoring systems are needed to rise in temperature and flow readings in storage tanks. The temperature control is required so that the increase does not exceed 5 ° C per day and achieve the specifications. Controller and plant within about 15 meters requires a system that can be controlled remotely. Concepts architectures of SCADA used in the storage tank system that includes the unloading, storage and loading. The monitoring system is also used at the level of the tank, in order to know the level of the maximum and minimum. The system built is able to be performed remotely with profibus communication.*

**Keywords** : flow, level, temperature, tangki timbun, palm oil, SCADA, profibus

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma-3 pada Bidang Studi Komputer Kontrol, Jurusan D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul **“PERANCANGAN DAN REALISASI SISTEM KONTROL DAN MONITORING PADA TANGKI TIMBUN CPO DAN PKO”**.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Mama dan Papa penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Imam Arifin S.T., MT. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih juga saya ucapkan kepada Mohammad Abdul Hady S.T. M.T. atas pengarahannya. Febby yang selaku teman seperjuangan saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Terima kasih khusus untuk team saya di PT Dharma Perdana Muda untuk segala ilmu di lapangan. Terima kasih juga untuk doa dan dukungan dari Tasya, Fandem, Kiki, Mbre dan Agung yang selalu mendengar keluh kesah saya dalam pengerjaan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 31 Mei 2016

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL .....	v
HALAMAN JUDUL .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
1.7 Relevansi.....	5
<b>BAB II SISTEM TANGKI TIMBUN CPO DAN PKO .....</b>	<b>7</b>
2.1 Tangki Timbun.....	7
2.2 Sistem Kontrol Aliran/Level.....	9
2.3 Sistem Kontrol Temperatur .....	12
2.4 Sistem Kontrol SCADA .....	14
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM KONTROL dan <i>MONITORING</i> .....</b>	<b>19</b>
3.1 Sistem Kontrol Tangki Timbun CPO dan PKO.....	19
3.1.1 Sistem Kontrol Aliran/Level .....	23
3.1.2 Sistem Kontrol Temperatur .....	25
3.2 Sistem <i>Monitoring</i> Tangki Timbun CPO dan PKO .....	26
3.3 Perancangan Software .....	28
3.4 Integrasi Sistem.....	31
<b>BAB IV REALISASI dan ANALISA .....</b>	<b>37</b>

4.1 Pengujian Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> .....	37
4.2 Simulasi Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> .....	41
4.3 Performasi Sistem Kontrol dan <i>Monitoring</i> .....	46
BAB V PENUTUP .....	47
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN A .....	51
LAMPIRAN B .....	52
LAMPIRAN C .....	53

## DAFTAR GAMBAR

### HALAMAN

<b>Gambar 2-1</b>	Tangki tipe <i>fixed roof tank</i> .....	8
<b>Gambar 2-2</b>	Penampang <i>piston flowmeter</i> .....	9
<b>Gambar 2-3</b>	Diagram blok sistem kontrol aliran .....	10
<b>Gambar 2-4</b>	Metode pengukuran level dengan pelampung .....	11
<b>Gambar 2-5</b>	Metode pengukuran level dengan gelombang ultrasonic .....	11
<b>Gambar 2-6</b>	Diagram blok kontrol level .....	12
<b>Gambar 2-7</b>	Diagram blok kontrol temperature .....	13
<b>Gambar 2-9</b>	Arsitektur SCADA .....	15
<b>Gambar 2-10</b>	PLC digunakan dalam sistem SCADA .....	16
<b>Gambar 2-11</b>	Komunikasi profibus pada sistem.....	17
<b>Gambar 2-12</b>	Tampilan HMI pada ruang kontrol .....	18
<b>Gambar 3-1</b>	Flow Diagram sistem tangki timbun .....	20
<b>Gambar 3-2</b>	Prinsip kerja dari <i>volumetric</i> .....	21
<b>Gambar 3-3</b>	Diagram blok kontrol aliran tangki CPO dan PKO.....	24
<b>Gambar 3-4</b>	Diagram blok kontrol level tangki CPO dan PKO .....	24
<b>Gambar 3-5</b>	Diagram blok pada tangki timbun CPO dan PKO .....	26
<b>Gambar 3-6</b>	Denah antara <i>plant</i> dan kontroler .....	27
<b>Gambar 3-7</b>	<i>Piping and Instrument Diagram</i> .....	31
<b>Gambar 3-8</b>	Konfigurasi DP/PA Coupler .....	33
<b>Gambar 3-9</b>	Arsitektur SCADA sebagai integrasi.....	34
<b>Gambar 3-10</b>	Desain integrasi sistem.....	35
<b>Gambar 4-1</b>	Panel PLC .....	38
<b>Gambar 4-2</b>	Arsitektur dari sistem kontrol dan <i>Monitoring</i> instrumen .....	38
<b>Gambar 4-3</b>	Tampilan program pada TIA Portal .....	39
<b>Gambar 4-4</b>	Tampilan HMI pada WinCC Runtime.....	40
<b>Gambar 4-5</b>	Tampilan HMI untuk kontroler PKO .....	42
<b>Gambar 4-6</b>	Tampilan HMI pada tangki timbun PKO .....	43
<b>Gambar 4-7</b>	Tampilan HMI pada kontrol tangki CPO .....	44
<b>Gambar 4-8</b>	Tampilan simulasi pada tangki timbun CPO .....	45
<b>Gambar 4-9</b>	Tampilan <i>data trend</i> pada simulasi .....	45

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
<b>Table 3-1</b> <i>Internal connection</i> .....	29
<b>Table 3-2</b> <i>Programming area</i> .....	30
<b>Table 3-3</b> <i>External connection</i> .....	30
<b>Table 3-4</b> Perangkat keras yang digunakan untuk integrasi sistem .....	32
<b>Table 3-5</b> Perangkat lunak yang digunakan untuk integrasi sistem .....	34

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada pabrik kelapa sawit yang pertama dibangun terdapat tangki timbun namun sistem yang dijalankan masih secara tradisional. Tangki timbun yang digunakan tidak berkapasitas besar. Sistem kontrol dan *monitoring* masih dilakukan dengan cara manual yaitu kontrol secara berkala dengan pantauan manusia. Sistem tersebut memiliki beberapa kekurangan antara lain proses penyaluran menuju dan keluar tangki kurang efisien, adanya kecurangan dalam penyaluran minyak kelapa sawit dan susahnya *monitoring* tangki (level dan temperatur).

Pembangunan pabrik kelapa sawit yang kedua memiliki tangki timbun dengan kapasitas yang besar yaitu 3000 dan 5000 ton. Namun, apabila dengan kapasitas yang besar dengan sistem kontrol dan *monitoring* yang masih manual akan berpengaruh pada produktivitas produknya. Sistem yang manual juga kurang efektif dan efisien untuk menjalankan *plant* dengan kapasitas besar.

Dilihat dari beberapa kekurangan sistem dengan cara manual, maka dirancang suatu sistem kontrol dan *monitoring* secara otomatis [3]. Sistem yang dibutuhkan untuk tangki timbun dengan meliputi proses *unloading*, penimbunan dan *loading*.

Sistem tangki timbun memerlukan suatu pengendalian aliran, level, dan temperatur secara otomatis untuk mempermudah proses *loading* dan *unloading* pada penimbunan CPO dan PKO. Sistem *monitoring* pada level tangki timbun dilakukan agar mampu mengetahui tingkat maksimum dan minimum minyak di dalam tangki. Dengan diketahuinya level tangki timbun maka pengendalian pompa dan katub dilakukan pada saat yang tepat.

Kecurangan kerap terjadi pada proses penyaluran minyak kelapa sawit yang adanya selisih jumlah antara aliran yang masuk dan keluar pada tangki timbun. Pengendalian dan *monitoring* aliran menggunakan *flowmeter* dilakukan agar mampu mencatat berapa nilai aliran yang masuk ke dalam tangki penimbunan dan penyaluran menuju konsumen. Pencatatan aliran dipengaruhi dari temperatur yang harus dalam keadaan seragam agar mempermudah pembacaan *flowmeter* yang terpasang pada pipa untuk proses *unloading* dan *loading*.

Kualitas minyak kelapa sawit sangat penting yang diukur dari DOBI, FFA dan kadar airnya. Semakin tinggi nilai DOBI maka kualitas dan harga jual minyak kelapa sawit juga meningkat. Untuk kadar FFA pada minyak kelapa sawit harus serendah mungkin yaitu dibawah 2%. Sedangkan kadar air pada minyak kelapa sawit juga harus diminimalkan. Untuk mencapai kualitas tersebut, temperatur CPO dan PKO harus dalam rentang 50-55°C. Oleh karena itu, pentingnya pengendalian temperatur untuk mencapai keadaan yang sesuai dengan spesifikasi.

SCADA adalah teknologi yang memungkinkan sistem untuk mengumpulkan data dari satu atau lebih dan mampu mengirim instruksi kontrol dengan jarak yang cukup jauh [3]. Konsep dan arsitektur SCADA digunakan dalam sistem kontrol dan *monitoring* tangki timbun CPO dan PKO. Sistem yang dibangun mampu dilakukan secara jarak jauh dengan media komunikasi profibus. Dengan menggunakan sistem SCADA mampu memudahkan dalam kontrol dan *monitoring* tangki dan parameternya (aliran, level dan temperatur).

## 1.2 Rumusan Masalah

Kualitas minyak kelapa sawit sangat penting yang diukur dari DOBI, FFA dan kadar airnya. Semakin tinggi nilai DOBI maka kualitas dan harga jual minyak kelapa sawit juga meningkat. Untuk kadar FFA pada minyak kelapa sawit harus serendah mungkin yaitu dibawah 2%. Sedangkan kadar air pada minyak kelapa sawit juga harus diminimalkan. Untuk mencapai kualitas tersebut, temperatur CPO dan PKO harus dalam rentang 50-55°C. Oleh karena itu, pengendalian temperatur sangat penting untuk mencapai keadaan yang sesuai dengan spesifikasi. Peningkatan temperatur hanya diperbolehkan sebesar 5°C dalam satu hari.

Temperatur juga berpengaruh pada keakuratan pembacaan *flowmeter*. Keakuratan *flowmeter* sangat dibutuhkan agar tidak adanya kecurangan lagi untuk proses penyaluran minyak kelapa sawit. Dari pembacaan jumlah aliran akan dipantau dari ruang kontrol untuk dimasukkan dalam data *inventory* penyaluran CPO dan PKO.

Tangki timbun CPO dan PKO mempunyai sistem penimbunan yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu *unloading*, penimbunan, dan *loading*. Dibutuhkan suatu perancangan sistem kontrol dan *monitoring* yang mampu mengintegrasikan ketika proses dari tangki timbun

tersebut. Sistem yang dibangun harus mampu dilakukan secara jarak jauh dengan menggunakan suatu media komunikasi.

Sistem tangki timbun *loading* dan *unloading* harus mampu dikontrol secara jarak jauh. Dapat mendesain suatu sistem yang dapat mengontrol dan *monitoring* aliran, level dan temperatur dan saat yang bersamaan mampu dipantau pada tangki.

Perancangan *real system* tidak bisa dijalankan tanpa adanya suatu *real plant*. Maka dari itu dibutuhkan simulasi dari sistem secara umum untuk mengetahui proses kontrol. Simulasi juga berguna untuk menggambarkan dari *real system* pada tangki timbun.

### **1.3 Batasan Masalah**

Pembahasan mengenai sistem yang digunakan mulai sistem tangki dan sistem kontrol SCADA. Sistem kontrol dan *monitoring* pada *real system* tidak dapat dijalankan tanpa adanya *real plant*. Untuk menggambarkan proses kontrol dan sistem pada *real system* dirancang sebuah simulasi.

Simulasi menggambarkan proses kontrol dan *monitoring* tangki timbun secara umum. Mulai dari proses penyaluran menuju tangki timbun sampai ke konsumen. Sistem aliran/level tangki timbun dipengaruhi oleh pompa dan katub yang dikendalikan secara *ON/OFF*.

Pada *real system* pusat kontrol dan *monitoring* terletak pada suatu ruang kontrol, sedangkan pada simulasi menggunakan dua komputer yang satu sebagai kontroler dan *plant*. Sistem *monitoring* untuk aliran tidak hanya menampilkan jumlah aliran yang masuk dan keluar, tetapi ada pembacaan kekentalan, massa, massa jenis, volume dari aliran. Sedangkan pada simulasi menampilkan jumlah aliran yang masuk dan keluar tangki timbun.

Sistem kontrol temperatur pada *real system* langsung berasal dari ruang kontrol yang pengendaliannya berasal dari boiler. Pada simulasi pengendaliannya berasal dari komputer kontroler sampai mencapai yang sesuai dengan spesifikasi.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Kontrol pada temperatur sangat berperan penting dalam kualitas kadar minyak kelapa sawit yang sesuai dengan spesifikasi. Supaya mampu meningkatkan kualitas DOBI serta mengurangi kadar FFA dan air pada minyak kelapa sawit. Untuk mencapai spesifikasi tersebut

pemanasan CPO dan PKO harus sampai mencapai 50-55°C dan maksimal kenaikan temperatur dalam per harinya sebesar 5°C.

Kontrol aliran pada proses penyaluran bertujuan untuk mengurangi indikasi kecurangan pada sistem tersebut. Perancangan sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki penimbunan CPO dan PKO digunakan sebagai data *inventory* pada tangki timbun. Dengan dirancangnya sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun dapat diketahui jumlah transfer menuju tangki timbun dan tangki timbun menuju konsumen.

Sistem pada *real system* tidak dapat dijalankan tanpa menggunakan *real plant*. Oleh karena itu, perlu dibuat simulasi yang menggambarkan proses kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun secara umum.

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Dibangnya sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun yang dikerjakan oleh PT. Dharma Perdana Muda. Tugas Akhir ini merupakan suatu kerja sama dengan perusahaan diatas guna terealisasinya sistem tersebut. Sebagai langkah awal dalam pengerjaan proyek, diperlukannya beberapa dokumen tentang spesifikasi dan konsep awalnya.

Setelah mendapatkan spesifikasi dan konsep dari sistem yang akan dibangun pada proyek, maka dapat ditentukan topik yang akan digunakan sebagai untuk Tugas Akhir. Dari pemilihan topik dapat didapat beberapa materi yang harus dipelajari. Proses pemahaman materi digunakan sebagai pegangan awal untuk merealisasikan sistem yang dibangun.

Konsep yang digunakan untuk sistem kontrol dan *monitoring* adalah SCADA, dengan kontrolernya PLC, serta instrumennya antara lain aliran, level dan temperatur. Setelah proses pengerjaan tersebut selesai, dirancang suatu simulasi yang berguna untuk menjelaskan sistem kontrol dan *monitoring* secara umumnya. Simulasi yang digunakan menggunakan LabView yang menjelaskan proses kontrol tangki secara garis besar. Selama proses pengerjaan Tugas Akhir akan dimulai juga penyusunan buku laporan berdasarkan tahap proses pengerjaan yang dilakukan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

**bab I      Pendahuluan**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi.

**bab II      Sistem Tangki Timbun CPO dan PKO**

Penjelasan tentang sistem yang digunakan untuk proses penimbunan CPO dan PKO yang dibagi menjadi dua yaitu *Unloading* dan *Loading*, sistem kontrol aliran/level tangki timbun, sistem kontrol temperatur tangki dan sistem kontrol SCADA untuk sistem keseluruhan.

**bab III     Perancangan Sistem Kontrol dan *Monitoring* pada Tangki Timbun CPO dan PKO**

Pada bab ini membahas tentang perancangan sistem kontrol dan *monitoring* untuk aliran/level dan temperatur, software dan integrasi sistem.

**bab IV     Realisasi dan Analisa**

Realisasi dari perancangan berupa sebuah simulasi *real plant* dan simulasi cara kerja sistem secara global dengan *virtual plant*. Perancangan yang dibahas mulai sistem kontrol aliran/level, sistem kontrol temperature, sistem monitoring untuk tangki timbun, perancangan software dan integrasi sistem untuk keseluruhan.

**bab V      Penutup**

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

**1.7 Relevansi**

Hasil yang diperoleh dari Tugas Akhir ini diharapkan menjadi referensi perencanaan desain sistem kontrol dan *monitoring* pada dunia industri secara nyata.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **BAB II**

### **SISTEM TANGKI TIMBUN CPO DAN PKO**

#### **2.1 Tangki Timbun**

Dalam perekonomian Indonesia, komoditas kelapa sawit (terutama minyak sawit) mempunyai peran yang cukup strategis. Pertama, minyak kelapa sawit merupakan bahan utama minyak goreng, sehingga pasokan yang terus meningkat ikut menjaga kestabilan harga minyak goreng. Hal tersebut sangat penting sebab minyak goreng merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok kebutuhan masyarakat sehingga harganya harus terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat.

Kelapa sawit menjadi salah satu hasil pertanian yang mengalami pengolahan lebih lanjut yang diharapkan mampu memberikan pendapatan yang lebih tinggi bila dibandingkan jika kelapa itu hanya dijual dalam bentuk buah saja. Pengolahan kelapa sawit biasanya dalam bentuk Cernel Palm Oil (CPO) dan Palm Kernel Oil (PKO). CPO merupakan minyak kelapa sawit yang masih dalam bahan mentah dan PKO merupakan inti dari minyak kelapa sawit.

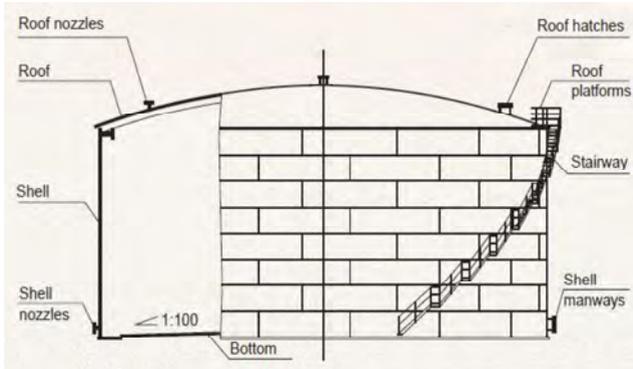
Pengolahan minyak kelapa sawit membutuhkan beberapa fasilitas dan mekanisme pengolahannya. Fasilitas yang paling penting adalah tangki yang digunakan untuk penimbunan. Minyak kelapa sawit yang ditimbun pada tangki juga akan di proses agar mencapai dengan spesifikasi produktivitas. Pengolahan minyak kelapa sawit biasanya dilakukan di pabrik kelapa sawit.

Tangki timbun pada pabrik kelapa sawit dibangun untuk dapat memenuhi kebutuhan akan bahan baku CPO atau minyak kelapa sawit mentah dan PKO atau inti minyak kelapa sawit di kawasan Industri Sei Mangkei. Dibangunnya kelapa sawit guna untuk memenuhi kebutuhan 1.200.000 Ton/tahun dan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan pengembangan industri yang ada dikawasan tersebut.

Kebijakan dalam persediaan minyak kelapa sawit merupakan salah satu yang menjadi perhatian dalam industri. Sistem persediaan juga menjadi perhatian serius dalam penyaluran CPO dan PKO

Tangki yang digunakan pada sistem ini ada 2 macam yaitu tangki *buffer* dan tangki timbun. Tangki *buffer* digunakan untuk menampung minyak sementara sebelum disalurkan ke tangki timbun. Sedangkan tangki timbun digunakan untuk menimbun minyak yang berasal dari pihak produksi untuk diolah dan didistribusikan menuju konsumen.

Tangki jenis *fixed roof* adalah tangki silinder dengan konfigurasi atapnya bersatu dengan dinding shell tangki itu sendiri. Tangki tersebut yang dikhususkan untuk penyimpanan dan pengolahan kelapa sawit dalam kapasitas besar. Tangki tersebut mampu menampung minyak hingga kapasitas 8000 ton. Bentuk dari tangki tersebut dapat berupa *cone* (kerucut) atau *dome* (kubah) yang ditunjukkan pada Gambar 2-1.



**Gambar 2-1** Tangki tipe *fixed roof tank*

Pada perancangan awal tangki yang akan dibangun antara lain 1 tangki CPO berkapasitas 5000 ton dan 2 tangki PKO berkapasitas 3000 ton. Tangki timbun dalam dunia perindustrian mempunyai berbagai macam jenis dan spesifikasi berbeda. Seperti halnya dengan tangki timbun yang dikhususkan untuk semacam minyak kelapa sawit. Dengan kapasitas yang ditampung memiliki nilai yang cukup besar maka dalam perancangan atau desain tangki harus sangat diperhatikan. Karena pada tangki timbun tersebut akan dilakukan beberapa proses untuk mengolah minyak kelapa sawit baik CPO ataupun PKO.

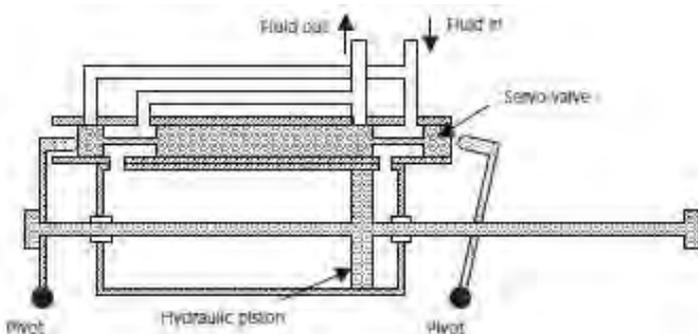
Pada saat minyak kelapa sawit ditampung dalam tangki timbun terdapat suatu proses pemanasan yang berasal dari boiler. Minyak kelapa sawit yang dialirkan dari beberapa sumber ditimbun kemudian dipanaskan hingga temperatur sesuai dengan spesifikasi. Setelah sudah memenuhi spesifikasi, minyak disalurkan menuju konsumen. Terdapat pula level yang diletakkan pada tangki agar mampu mengetahui berapa nilai tangki pada saat itu. Begitu pula untuk memudahkan dalam mengetahui berapa minyak yang masuk dan keluar pada tangki diperlukan sebuah indikator aliran pada pipa tangki.

## 2.2 Sistem Kontrol Aliran/Level

Sistem kontrol adalah sebuah kumpulan atau susunan yang saling terhubung dan membentuk satu kesatuan untuk mengendalikan, mengatur, dan memerintah keadaan dari suatu mekanisme tertentu. Dalam dunia industri, sistem kontrol merupakan sebuah sistem yang meliputi pengendalian variabel-variabel seperti temperatur, tekanan, aliran, level, dan kecepatan. Variabel-variabel ini merupakan keluaran yang harus dijaga tetap sesuai dengan keinginan yang telah ditetapkan terlebih dahulu oleh operator yang disebut dengan setpoint (respon sistem yang diinginkan) dan *plant* (obyek yang dikontrol). Untuk mengimplementasikan teknik sistem kontrol dalam industri diperlukan banyak keahlian atau keilmuan seperti dibidang teknologi. Secara umum sistem kontrol dibagi menjadi dua, yaitu sistem kontrol *open loop* dan sistem kontrol *close loop*.

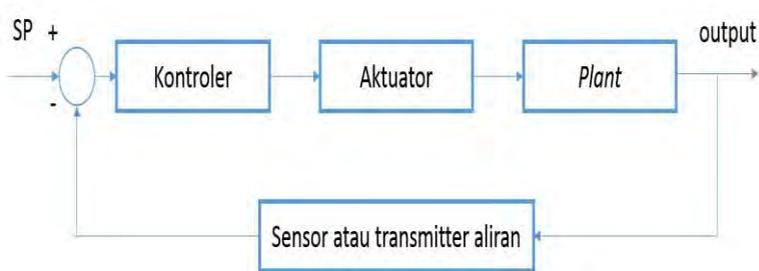
Metode pengukuran aliran dapat dilakukan dengan mengukur laju aliran, total aliran dan massa aliran. Untuk mengukur laju aliran biasa disebut dengan pengukuran tidak langsung karena diukur dari perbedaan tekanan. Perbedaan tekanan yang dihasilkan ketika cairan mengalir melalui batas tertentu dan perbedaan tekanan berbanding lurus dengan laju aliran.

Pengukuran total aliran yang menggunakan sebuah alat yang disebut *Positive displacement meter*. Alat tersebut berguna untuk mengukur jumlah total cairan yang mengalir atau volume cairan dalam aliran. Instrumen yang biasa digunakan untuk mengukur volume cairan antara lain *The Piston flow meter* yang ditunjukkan pada Gambar 2-2



**Gambar 2-2** Penampang *piston flowmeter*

Salah satu sistem kontrol yang banyak di dalam dunia industri adalah sistem kontrol aliran. Sistem kontrol aliran pada tangki timbun yang berguna untuk mengetahui berapa aliran yang masuk dan keluar pada tangki timbun. Sistem kontrol aliran tangki ditunjukkan dengan diagram blok pada Gambar 2-3

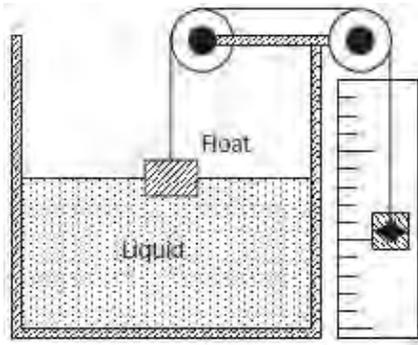


**Gambar 2-3** Diagram blok sistem kontrol aliran

Suatu metode untuk mengukur aliran cairan juga bisa menggunakan menghitung massa dari aliran. Alat atau instrumen yang digunakan untuk menghitung massa aliran adalah *Cariolis flow meter*. *Cariolis flow meter* dapat mengukur massa aliran yang dapat berupa sebuah tabung lurus atau lingkaran. Alat yang digunakan tegak lurus dengan arah aliran, gaya *cariolis* menghasilkan sebuah putaran, yang gerakannya dapat diukur dan terkait dengan massa aliran.

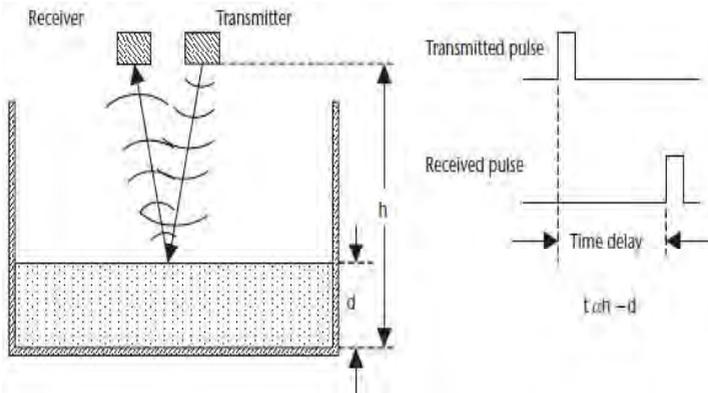
Pengendalian level dapat dibagi menjadi 4 cara antara lain secara langsung (pemantauan), berpacu pada tekanan (meningkatkan tingkat cairan), pengukuran titik (ada atau tidak ada caoran pada suatu titik tertentu), dan mengalir bebas pada suatu benda padat. Sejumlah teknik untuk pengukuran level dapat dilakukan dengan cara diletakkan sebuah pelampung atau menggunakan ultrasonik.

Metode pengukuran level menggunakan pelampung yang diletakkan pada permukaan air kemudian disambungkan dengan sebuah indikator pengukuran yang menunjukkan berapa level pada tangki. Apabila indikator pengukuran tersebut bergerak ke atas maka menunjukkan level pada suatu wadah berkurang. Metode pengukuran level dapat ditunjukkan pada Gambar 2-4



**Gambar 2-4** Metode pengukuran level dengan pelampung

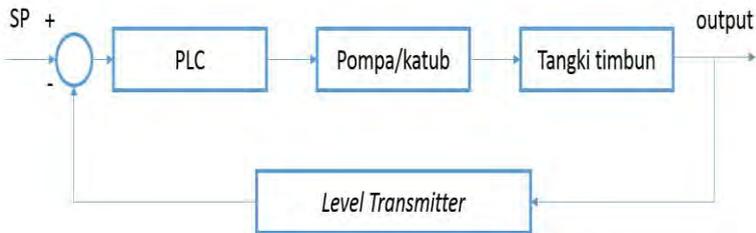
Selain metode di atas, ada cara lain dalam pengukuran level menggunakan gelombang ultrasonik. Metode tersebut dapat digunakan untuk mengukur level dengan satu titik atau pengukuran yang bertingkat dari suatu cairan. Sebuah gelombang ultrasonik (lebih 20 kHz) terpancar dari *transmitter* (pengirim). Gelombang tersebut akan memantulkan dan diterima oleh *receiver* (penerima) dan waktu tunda memberikan jarak *transmitter* dan *receiver* ke permukaan. Level cairan mampu dihitung dari selisih waktu antara waktu pengiriman gelombang dan waktu gelombang pantul diterima. Metode level menggunakan ultrasonik dapat ditunjukkan pada Gambar 2-5



**Gambar 2-5** Metode pengukuran level dengan gelombang ultrasonic

Dalam dunia industri saat ini, sistem kontrol sangat berpengaruh dalam menjalankan suatu pekerjaan atau sebuah proses. Baik kontrol secara manual atau otomatis yang digunakan pada akhir-akhir ini. Namun dengan perkembangan zaman, sistem kontrol secara otomatis sangat diutamakan karena memiliki banyak keuntungan. Baik keuntungan dalam sektor finansial atau tenaga kerja manusia.

Sistem kontrol level pada tangki timbun yang berguna untuk mengetahui berapa level minyak pada tangki CPO dan PKO. Sistem kontrol aliran tangki ditunjukkan dengan diagram blok pada Gambar 2-6



**Gambar 2-6** Diagram blok kontrol level

Sistem kontrol aliran/level pada tangki mampu dikontrol secara manual ataupun otomatis. Pengendalian secara manual berarti untuk sensor aliran/ level berfungsi sebagai indikator. Sedangkan pengendalian otomatis salah satunya bisa menggunakan PLC.

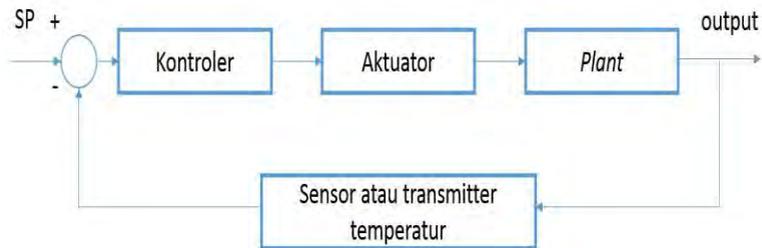
### 2.3 Sistem Kontrol Temperatur

Temperatur adalah parameter fisik yang paling penting, karena banyak parameter yang bergantung pada temperatur. Temperatur dapat diukur dengan menggunakan Celcius atau Kelvin dalam sistem SI unit, dan Fahrenheit atau Rankine di sistem *English* unit. Energi panas dapat diukur berupa thermal unit atau joule, dan dapat ditransfer dengan baik dengan cara konduksi, konveksi, atau radiasi.

Pentingnya pengukuran temperatur yang akurat tidak bisa terlalu ditekankan. Dalam pengendalian proses reaksi kimia, kontrol temperatur adalah sangat penting, karena reaksi kimia teragantung pada temperatur. Semua parameter fisik tergantung pada temperatur, sehingga diperlukan suatu metode atau peralatan yang mampu mengukur temperature secara akurat.

Di dalam dunia industri khususnya industri kelapa sawit pengendalian temperatur pada tangki sangat berperan penting. Kontrol temperatur berfungsi untuk mengetahui berapa temperatur pada tangki dan proses pengolahan tangki apabila ada sebuah proses pemanasan. Dimana proses dari minyak kelapa sawit yang masih berupa bahan mentah menjadi minyak yang sudah siap diberika ke konsumen.

Proses pemanasan pada tangki menggunakan heater atau boiler dengan dipasangnya sebuah pipa pemanas di dalam tangki. Pipa pemanas langsung disambungkan dari boiler. Kondisi temperatur tangki selalu dipantau agar tidak melampaui batas atau kurang terlampaui saat akan disalurkan kepada konsumen. Diagram blok kontrol temperatur digambarkan pada Gambar 2-8



**Gambar 2-7** Diagram blok kontrol temperatur

Sistem kontrol dibagi menjadi dua yaitu proses kontrol sekuensial dan kontinyu. Kontrol sekuensial adalah proses berbasis event, di mana satu peristiwa berikut lain sampai urutan proses selesai. Banyak fungsi kontrol proses yang berurutan dan membutuhkan pemantauan terus menerus dari variabel proses, sehingga dapat disebutkan semua itu dalam satu tingkatan atau *set*. Ciri khas dari proses kontrol sekuensial antara lain kontrolnya berupa nyala/mati, individual kontrol bukan sebagai proses yang terus-menerus mengalir secara kontinyu dan untuk memulai langkah kontrol baru maka langkah sebelumnya harus sudah dalam keadaan selesai.

Sebagai contoh, sensor tingkat mendeteksi bahwa temperatur sudah memenuhi spesifikasi, dan saklar keluaran dari nyala ke mati, yang akan mengirimkan sinyal ke kontroler untuk mematikan proses pemanasan. Sebuah berbasis waktu urutan di mana acara diberi batas waktu oleh kontroler dan tidak menunggu sinyal masukan.

## 2.4 Sistem Kontrol SCADA

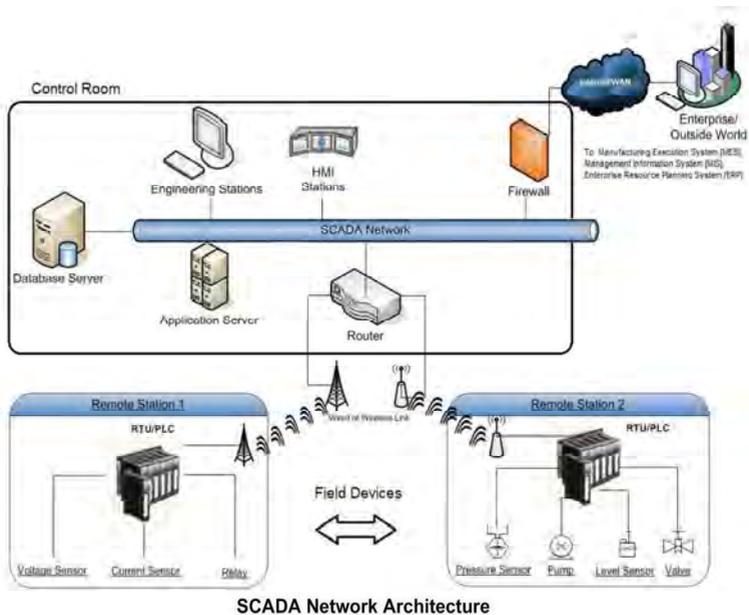
Dewasa ini sistem kontrol mempunyai peran penting dalam dunia industri. Khususnya sistem kontrol yang sudah mulai mengalami kemajuan seperti sistem kontrol secara otomatis. Sistem tersebut sudah banyak digunakan karena memiliki keuntungan besar di dunia industri contohnya dengan sistem kontrol otomatis sedikit mengurangi pembiayaan dan mampu meminimalis tenaga kerja yang banyak. Namun kekurangan dalam sistem kontrol otomatis ini adalah tenaga kerja yang dibutuhkan harus memiliki kualitas yang tinggi dan perawatan yang harus dilakukan secara rutin atau berkala.

Pada dunia industri terdapat suatu *plant* dan kontroler yang mempunyai jarak yang cukup jauh. Maka dari itu diperlukan perancangan suatu sistem yang digunakan untuk tetap mampu mengendalikan secara jarak yang cukup jauh. Sistem kontrol SCADA/DCS mampu digunakan sebagai sistem dasar dalam perancangannya. Penggunaan SCADA/DCS dapat digunakan sesuai dengan sistem yang akan dibangun dan area kontrol yang akan dibangun.

DCS/SCADA merupakan sistem kontrol yang digunakan apabila antara *plant* dan kontroler memiliki jarak yang cukup jauh. Perbedaan antara DCS dan SCADA adalah jaraknya, DCS jarak antara *plant* dan kontroler di lingkup yang kecil. Sedangkan SCADA jarak antara *plant* dan kontroler berapa pada lingkup yang cukup besar.

Pengertian SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) menurut bahasa adalah suatu sistem yang mengawasi dan mampu mengendalikan dan mengumpulkan data-data. Pengertian SCADA menurut harfiah adalah sebuah sistem yang mengumpulkan informasi atau data-data dari lapangan dan kemudian mengirimkannya ke sebuah komputer pusat yang akan mengatur dan mengontrol data-data tersebut. Sebuah sistem SCADA biasanya memiliki perangkat keras sinyal untuk memperoleh dan mengirimkan masukan/keluaran, kontroler, jaringan, antarmuka pengguna dalam bentuk HMI (*Human Machine Interface*), piranti komunikasi dan beberapa perangkat lunak pendukung.

SCADA mempunyai komponen antara lain MTU (*Master Terminal Unit*), RTU (*Remote Terminal Unit*), sistem komunikasi, *device* yang dikontrol dan *interface* sistem SCADA (HMI). Komponen-komponen tersebut akan diintegrasikan menjadi suatu sistem sebuah tangki timbun CPO dan PKO. Arsitektur SCADA secara garis besar digambarkan yang ditunjukkan pada Gambar 2-8

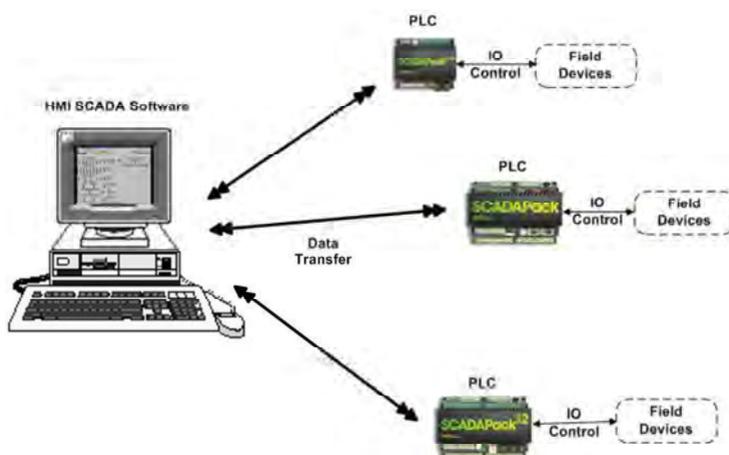


**Gambar 2-8** Arsitektur SCADA

Pada arsitektur SCADA yang digambarkan pada Gambar 2-8 memiliki beberapa komponen yaitu MTU, RTU, media komunikasi dan perangkat yang dikontrol (*plant*). *Master Terminal Unit* (MTU) merupakan unit *master* pada arsitektur *master/slave*. MTU berfungsi menampilkan data pada operator melalui HMI, pusat pengatur, pengumpul dan pengontrol data-data dari tempat yang berjauhan, dan mengirimkan sinyal kontrol ke *plant* yang berjauhan.

*Remote Terminal Unit* (RTU) adalah unit *slave* pada arsitektur *master/slave*. RTU mengirimkan sinyal kontrol pada peralatan yang dikendalikan, mengambil data dari peralatan tersebut, dan mengirimkan data tersebut ke MTU. RTU merupakan salah satu komponen dari suatu sistem pengendalian tenaga listrik yang berfungsi untuk mengakuisisi data-data analog maupun sinyal-sinyal indikasi, fungsi-fungsi set point, meneruskan hasil-hasil pengukuran ke pusat pengendali serta melakukan komunikasi dengan pusat pengendalian. Salah satu yang bisa digunakan sebagai RTU adalah PLC (*Programmable Logic Controller*)

Definisi Programmable Logic Controller menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didisain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, *timer*, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog. Pada sistem SCADA, PLC dapat berfungsi sebagai RTU sebagai kontrol dari *plant*. Gambar 2-9 menggambarkan PLC digunakan dalam sistem SCADA.



**Gambar 2-9** PLC digunakan dalam sistem SCADA

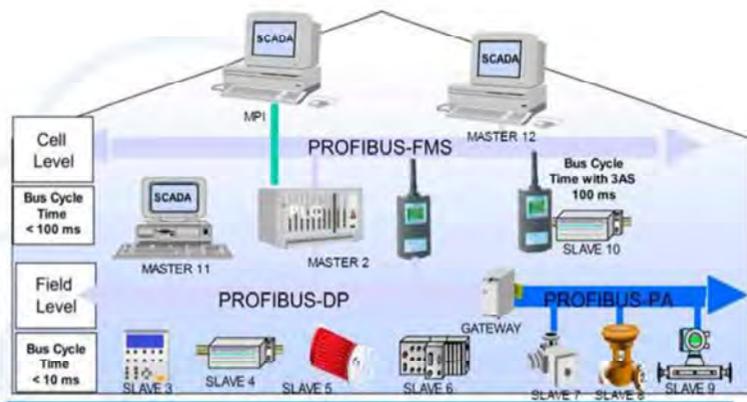
Jaringan SCADA tergantung dari sebaran I/O secara geografis. Sebagian besar SCADA menggunakan media *ethernet* dengan perangkat keras dan protokol komunikasi masing-masing vendor seperti *User Datagram Protocol* (UDP). Beberapa vendor juga menawarkan perangkat berbasis TCP/IP. Kategori dari komponen-komponen jaringan antara lain:

i. Media Jaringan (*Network Media*)

Media komunikasi yang sering digunakan dalam jaringan adalah kombinasi antara kabel tembaga atau serat optik. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam memilih media jaringan adalah *redundancy*.

- ii. *Field I/O*  
Perangkat *field I/O* harus menyediakan konektivitas ke jaringan yang sesuai.

Salah satu media komunikasi yang digunakan pada sistem SCADA adalah profibus. Profibus dibagi menjadi dua variasi yaitu profibus DP dan profibus PA. Profibus DP (Decentralized Peripherals) digunakan untuk mengoperasikan sensor dan aktuator melalui pengontrol terpusat dalam produksi (pabrik) aplikasi otomatisasi. Banyak pilihan diagnostik standar, khususnya, difokuskan pada di sini. Profibus PA (Otomasi Proses) digunakan untuk memonitor peralatan pengukuran melalui sistem kontrol proses dalam aplikasi otomasi proses. Perancangan komunikasi profibus dapat ditunjukkan pada Gambar 2-10



**Gambar 2-10** Komunikasi profibus pada sistem

HMI berfungsi untuk memudahkan operator untuk berinteraksi dengan proses. Perangkat lunak HMI terdiri dari dua versi yang berbeda salah satunya disebut dengan *runtime*, perangkat lunak versi ini dimuat di stasiun HMI dan tidak dapat dimodifikasi dan dikembangkan. Versi lainnya disebut sebagai versi pengembangan (*development*). Biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli perangkat lunak tersebut biasanya terkait dengan jumlah *tag* atau jumlah *screen* dalam sistem.

Sistem SCADA pada tangki timbun menggunakan software TIA Portal. TIA Portal yang merupakan salah satu software milik Siemens

yang digunakan untuk merancang system control mulai dari pengaturan dan monitoring untuk aliran, level dan teperatur.

Ruang kontrol adalah suatu ruangan yang berisikan perangkat teknis utama dalam mengontrol dan *monitoring* dari sistem. Ruangan tersebut menjadi pusat dari kontrol dan tampilan dari *monitoring* sistem yang ada. Tampilan dari ruang kontrol ditunjukkan pada Gambar 2-11



**Gambar 2-11** Tampilan HMI pada ruang kontrol

## **BAB III**

### **PERANCANGAN SISTEM KONTROL dan MONITORING**

Pada bab ini akan dibahas mengenai empat hal. Hal pertama dibahas adalah mengenai sistem kontrol pada tangki timbun CPO dan PKO. Sistem kontrol pada tangki yang dimaksud adalah kontrol aliran, level dan temperatur. Kemudian dari sistem kontrol tersebut dirancang sebuah sistem *monitoring* untuk mengawasinya. Sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki memerlukan sebuah software dalam aplikasinya. Program yang berisi tentang sistem kontrol beserta *monitoring* seperti temperatur, level dan aliran pada tangki timbun. Dari berbagai sistem kontrol masing-masing variabel diintegrasikan menjadi suatu kesatuan utuh atau integrasi sistem.

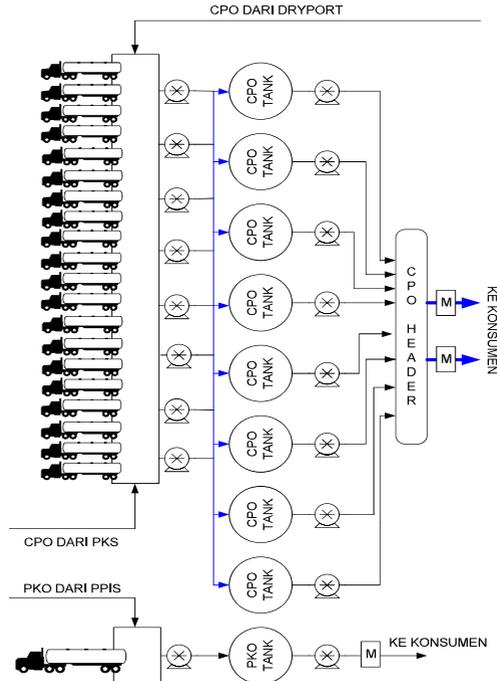
#### **3.1 Sistem Kontrol Tangki Timbun CPO dan PKO**

Tangki timbun ini dibangun untuk dapat memenuhi kebutuhan akan bahan baku CPO (*Crude Palm Oil*) atau minyak kelapa sawit mentah dan PKO (*Palm Kernel Oil*) atau inti minyak kelapa sawit di kawasan Industri Sei Mangkei guna untuk memenuhi kebutuhan 1.200.000 Ton/tahun dan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan pengembangan industri yang ada dikawasan tersebut. Tangki timbun yang dibangun mempunyai beberapa spesifikasi yang sudah ditetapkan.

Pada perancangan awal tangki yang akan dibangun antara lain 1 tangki CPO berkapasitas 5000 ton dan 2 tangki PKO berkapasitas 3000 ton. Dengan tangki timbun yang mempunyai kapasitas cukup banyak maka ada sebuah sistem yang dirancang untuk mempermudah proses penimbunan. Pada dunia industri sekarang banyak inovasi-inovasi baru yang muncul untuk mempermudah sebuah proses yang diinginkan. Maka sistem yang digunakan antara lain *Unloading*, penimbunan, *Loading*.

Sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun terdapat beberapa proses dan tahapan. Mulai dari proses pemompaan pada sistem *unloading* dan *loading*. Proses mulai dari truk tangki masuk ke sistem *unloading* kemudian dilakukannya proses pemompaan, aliran masuk ke dalam tangki timbun. Setelah terjadi beberapa proses dalam tangki timbun dilakukan pemompaan lagi dari tangki timbun menuju ke

konsumen. Proses sistem tangki timbun CPO dan PKO ditunjukkan pada Gambar 3-1



**Gambar 3-1** Flow Diagram sistem tangki timbun

Dengan jarak yang cukup jauh untuk melakukan proses penimbunan yang diperoleh dari pabrik kelapa sawit, baik truk tangki maupun kereta api maka diperlukan sistem untuk mempermudah proses tersebut. Sistem yang digunakan adalah *Unloading* yang berarti proses masuknya CPO dan PKO ke tangki timbun. Sistem mekanisme *Unloading* tidak langsung menuju ke tangki timbun namun melalui tangki *buffer* yang berkapasitas 30m<sup>3</sup>. Jadi fungsi tangki *buffer* disini berfungsi untuk penyimpanan sementara yang nantinya akan dialirkan ke tangki timbun melalui proses pemipaan dan pemompaan.

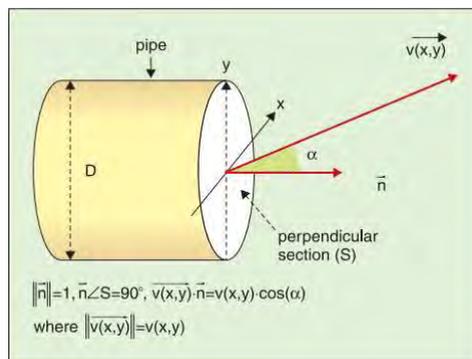
Sistem *Unloading* untuk CPO dan PKO yang berasal dari truk tangki mempunyai beberapa mekanisme proses. Proses yang pertama

saat CPO dan PKO masuk ke truk tangki yang berasal dari pabrik kelapa sawit. Selanjutnya truk tangki menuju sebuah jembatan timbang yang dimana akan ditimbang berapa besar muatan yang diangkut. Setelah melakukan proses timbang maka truk tangki menuju tangki *buffer* untuk mengeluarkan dengan bantuan selang pada tangki. Proses yang terakhir truk tangki kembali menuju ke jembatan timbang untuk melakukan penimbangan beban kosongnya.

Pada mekanisme sistem *Unloading* yang berasal dari truk tangki mempunyai pengukuran yang dilakukan di jembatan timbang. Jadi, dari situ dapat dibuat data inventori berapa CPO dan PKO yang masuk melalui truk tangki dari beban yang ditimbang.

Sistem *Unloading* CPO dan PKO yang berasal dari pabrik kelapa sawit melalui proses pemipaan. Jadi, pipa dirancang dan dibangun sepanjang jarak antara pabrik kelapa sawit dan tangki timbun. Seluruh instalasi pipa diletakkan di atas tanah yang bertujuan untuk mempermudah proses pemasangan dan perawatan kecuali pipa yang melewati jalan akan dibuat di bawah permukaan jalan tersebut. Proses pemipaan akan dimulai dari pabrik kelapa sawit yang akan ditampung di tangki *buffer*.

Sistem pengukuran yang digunakan untuk mengetahui berapa nilai CPO dan PKO yang masuk adalah dengan pemasangan flow meter pada pipa dekat tangki *buffer*. Prinsip kerja yang digunakan untuk pengukuran flow meter adalah *volumetric*. Prinsip kerja dari pengukuran *volumetric* adalah mendeskripsikan volume cairan yang melintasi bagian tegak lurus dari pipa yang ditunjukkan pada Gambar 3-2



**Gambar 3-2** Prinsip kerja dari *volumetric*

Sistem yang pertama pada penimbunan minyak adalah *Unloading* yang dimana proses keluarnya tangki dari pihak konsumen ke tangki timbun. Ketika CPO dan PKO mulai dialirkan dari pabrik kelapa sawit dan masuk menuju tangki *buffer*, maka flow meter akan membaca berapa nilai yang masuk. Dengan begitu mampu mempermudah dalam memproses data atau inventori CPO dan PKO yang masuk pada saat itu.

Sistem *Unloading* yang berasal dari kereta api juga menggunakan proses pengangkutan dengan tangki dan pemipaan. Tangki kereta api yang mengangkut CPO dan PKO akan berhenti di stasiun dan melanjutkan proses pemipaan menuju tangki *buffer*. Pada tangki *buffer* juga dipasang flow meter yang digunakan untuk melakukan pengukuran berapa nilai CPO dan PKO yang masuk. Prinsip kerja flow meter yang digunakan sebagai prinsip pengukuran adalah *volumetric*.

Setelah semua masuk ke tangki *buffer* maka akan dilakukan proses pemompaan menuju tangki timbun. Sistem pemompaannya adalah pompa dalam kondisi hidup atau mati begitu pula dengan katubnya yang juga dalam kondisi buka atau tutup. Maka, selanjutnya masuk ke dalam sistem penimbunan CPO dan PKO dalam tangki.

Penimbunan tangki dibagi menjadi 2 yaitu tangki timbun berkapasitas 5000 ton untuk CPO dan tangki timbun berkapasitas 3000 ton untuk PKO. Pada saat penimbunan terdapat beberapa proses di dalamnya antara lain sistem *monitoring* level dan pemanasan yang berasal dari boiler. Sistem *monitoring* level tangki menggunakan level *transmitter* yang diletakkan di atas tangki dengan dilakukannya penarikan kabel menuju pusat *monitoring*. Manfaat adanya indikator level pada tangki berguna untuk menunjukkan pada titik berapa level CPO dan PKO. Manfaat lainnya adalah untuk menanggulangi CPO dan PKO pada sebuah titik terendah maupun tertinggi.

Proses pemanasan yang berasal dari boiler dengan disalurkan ke pipa pemanas ke tangki. Proses pemanasan dilakukan karena sebagai salah satu syarat bongkar muat CPO dan PKO untuk disalurkan ke konsumen. Syarat bongkar muat harus sesuai spesifikasi temperatur yang telah ditentukan dan kenaikan temperatur hanya diperbolehkan sebanyak 5°C per harinya. Bongkar muat dari tangki yang menuju konsumen akan dilakukan secara bergiliran menggunakan tangki yang terlebih dahulu diisi atau sering disebut dengan sistem FIFO (*First in First Out*) sehingga kualitas CPO atau PKO akan selalu terjaga.

Sistem *Loading* adalah proses keluarnya CPO dan PKO dari tangki menuju konsumen. Fasilitas yang terdapat pada sistem *Loading* antara

lain pemipaan, kontrol pompa, kontrol katub, dan pengukuran. Mekanisme penyaluran CPO dan PKO dari tangki menggunakan pipa yang dibangun menuju tempat *Loading*. Penyaluran dibagi menjadi tiga yaitu menuju konsumen, kereta api, dan truk tangki. Proses berjalannya CPO dan PKO tergantung hidup atau mati dari pompa dan buka atau tutupnya katub. Apabila ingin disalurkan maka pompa harus dalam keadaan hidup dan katub dalam keadaan terbuka. Sistem kontrol pompa dan katub mampu dari peralatan keras itu sendiri atau dengan sistem kontrol otomatis.

Proses pengukuran pada *Loading* bertujuan untuk mengetahui berapa nilai CPO dan PKO yang keluar. Jadi, dari situasi tersebut mampu mengetahui tangki akan terisi dalam berapa waktu dan mampu menyalurkan habis ke konsumen dalam berapa waktu. Untuk pengukuran menuju konsumen dan kereta api menggunakan flow meter yang dipasang pada pipa di lokasi *Loading*. Sedangkan untuk truk tangki pengukuran dilakukan di jembatan timbang dengan menghitung beban pada truk tangki.

Proses pembukaan tangki dilakukan dengan kontrol jarak jauh dan melihat mana tangki yang terisi terlebih dahulu maka tangki itulah yang akan mengeluarkan terlebih dahulu menuju konsumen. Setelah mengetahui mana tangki yang akan dikosongkan maka CPO dan PKO dialirkan dengan melalui flow meter untuk mencatat berapa yang keluar. Sebelum dialirkan temperatur harus diseragamkan karena untuk memudahkan pembacaan flow meter secara akurat. Untuk mengetahui temperatur ada sensor yang digunakan untuk mengetahui berapa temperatur pada tangki saat itu (sebagai indikator).

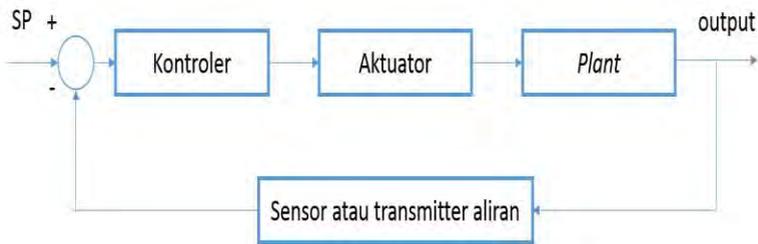
### **3.1.1 Sistem Kontrol Aliran/Level**

Pada tangki timbun CPO dan PKO terdapat sistem kontrol guna mengetahui aliran dan level pada tangki. Sistem kontrol aliran diperlukan untuk mengetahui berapa minyak yang masuk dan keluar pada tangki timbun. Sistem kontrol untuk aliran pada tangki timbun merupakan kontrol secara manual yaitu buka atau tutup katub dan valve.

Proses kontrol yang digunakan adalah proses kontrol sekuensial. Proses kontrol sekuensial adalah berbasis *event*, di mana satu peristiwa berikut lain sampai urutan proses selesai. Banyak fungsi kontrol proses yang berurutan dan membutuhkan pemantauan terus menerus dari variabel proses, sehingga dapat disebutkan semua itu dalam satu tingkatan atau *set*. Proses kontrol yang sensor tingkat mendeteksi bahwa

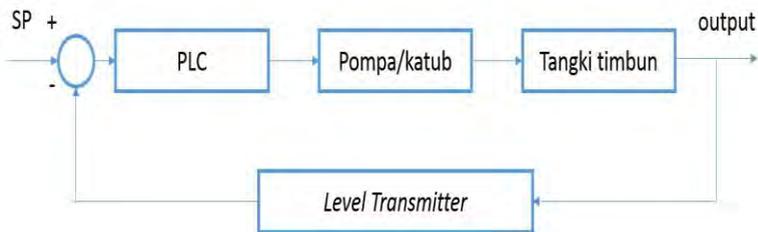
wadah penuh, dan saklar dari On ke Off, yang akan mengirimkan sinyal ke kontroler untuk mematikan cair mengisi. Sebuah berbasis waktu urutan di mana acara diberi batas waktu oleh kontroler dan tidak menunggu sinyal input.

Di dalam kontrol pada tangki timbun terdapat pemipaan dan pemompaan. Pemipaan berfungsi untuk mengetahui bahwa aliran yang masuk pada tangki timbun dan keluar dari tangki timbun mempunyai struktur yang sesuai dengan konsep awal. Sedangkan proses pemompaan adalah dimana suatu proses buka/tutup pompa saat minyak akan masuk tangki timbun ataupun minyak keluar menuju konsumen. Sistem kontrol aliran pada tangki timbun yang berguna untuk mengetahui berapa aliran yang masuk dan keluar pada tangki timbun. Sistem kontrol aliran tangki ditunjukkan dengan diagram blok pada Gambar 3-3



**Gambar 3-3** Diagram blok kontrol aliran tangki CPO dan PKO

Sistem kontrol level pada tangki timbun yang berguna untuk mengetahui berapa level minyak pada tangki CPO dan PKO. Sistem kontrol aliran tangki ditunjukkan dengan diagram blok pada Gambar 3-6



**Gambar 3-4** Diagram blok kontrol level tangki CPO dan PKO

Di dalam sistem ini aliran/level menampilkan nilai dari pengukuran, jadi nilai aliran tangki digunakan untuk mengetahui berapa aliran yang masuk dan keluar. Sedangkan untuk level berguna untuk mengetahui berapa level maksimal dan minimal pada tangki saat itu. Dengan adanya pengendalian seperti itu seorang operator mampu memberikan tindakan selanjutnya terhadap buka/tutup valva dan nyala/mati pompa.

Pengontrol aliran/level pada tangki juga berguna untuk membuat penjadwalan pada tangki. Tangki akan diketahui dalam berapa hari yang dibutuhkan untuk membuatnya penuh dan dalam berapa kebutuhan dari konsumen yang membuat tangki tersebut dalam kondisi kosong.

Untuk mengetahui berapa nilai aliran yang masuk dan keluar pada tangki timbun CPO dan PKO digunakannya sebuah transmitter *flowmeter*. *Flowmeter* diletakkan pada pipa di *unloading* (untuk mengetahui berapa aliran yang masuk menuju ke tangki dari pabrik kelapa sawit dan kereta api) dan pada pipa *loading* (untuk mengetahui berapa aliran yang menuju konsumen dan kereta api).

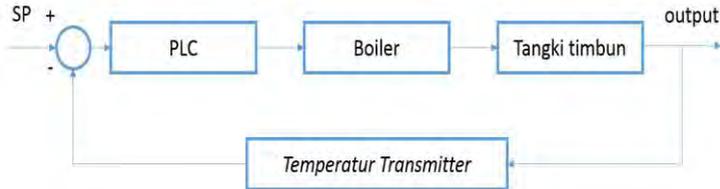
Pengukuran flow meter menggunakan prinsip *volumetric* yang dimana mendeskripsikan volume cairan yang melintasi bagian tegak lurus dari pipa. Flow meter terpasang pada pipa yang terlintas mulai dari tempat *unloading* kemudian menuju tangki dan dari tangki menuju tempat *loading*. Pada minyak yang berasal dari konsumen akan masuk ke dalam tangki *buffer* yang dimana pompa dan valve akan terbuka untuk mengalirkan menuju tangki timbun.

Pengendalian aliran untuk CPO dan PKO yang masuk/keluar pada tangki timbun ditekankan pada nyala/mati pada pompa. Apabila pompa diaktifkan, maka minyak dialirkan dari tangki *buffer* ke tangki penimbunan. *Flowmeter* akan membaca berapa aliran yang masuk dan keluar pada tangki timbun. *Flowmeter* dipasang pada pipa yang dimana terpasang sebagai media penyaluran minyak menuju dan keluar dari tangki timbun.

### **3.1.2 Sistem Kontrol Temperatur**

Pada dunia industri kelapa sawit, dalam pengolahan bahan minyak kelapa sawit yang mentah menjadi kelapa sawit jadi membutuhkan proses pengolahan. Proses pengolahan tidak luput dari pengaruh temperature pada minyak kelapa sawit tersebut. Sesuai spesifikasi minyak kelapa sawit yang baik disalurkan ke konsumen dalam jangka

temperatur antara 50°-55°C. Diagram blok pada sistem kontrol temperatur ditunjukkan pada Gambar 3-5



**Gambar 3-5** Diagram blok pada tangki timbun CPO dan PKO

Pemanas tersebut berasal dari boiler yang panasnya disalurkan ke tangki dengan melalui pipa pemanas yang diletakkan di dalam tangki timbun CPO dan PKO. Bahan baku untuk proses pemanasan berasal dari cangkang kelapa sawit yang dibakar di dalam tungku api boiler. Asap sisa pembakaran dibuang melalui cerobong asap, kemudian uap dari cangkang kelapa sawit disalurkan ke tangki timbun melalui pipa.

Kontrol temperatur disini berfungsi sebagai indikator agar mampu memantau kondisi/berapa temperatur tangki pada saat itu. Pada saat mengontrol temperatur tangki, perubahan temperatur hanya boleh berubah 5°C per harinya. Dengan demikian apabila ingin mencapai temperature dari 30°C menjadi 50°C membutuhkan waktu 6 hari.

Pengendalian temperatur sangat berpengaruh dalam proses bongkar muat menuju konsumen karena untuk mempermudah flow meter dalam membaca aliran. Pengendalian temperatur pada tangki timbun mampu dipantau langsung dari ruang kontrol dengan menggunakan konsep SCADA.

Pusat pengendalian dan *monitoring* pada ruang kontrol memudahkan bagi operator untuk mengawasi dan mengontrol keadaan tangki pada saat tersebut. Setiap tangki timbun mempunyai masing-masing transmitter temperatur yang dimana pada peralatan itu sendiri juga terdapat tampilan yang bisa menampilkan berapa temperatur saat itu.

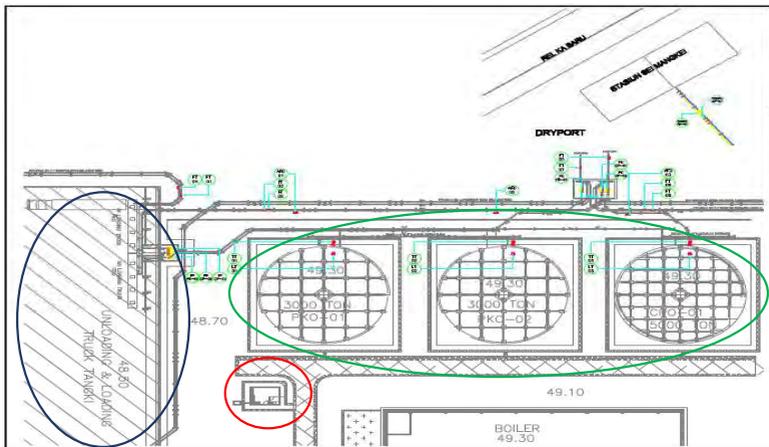
### 3.2 Sistem *Monitoring* Tangki Timbun CPO dan PKO

Dalam industri hal yang paling penting selain sistem kontrol adalah sistem *monitoring*. Sistem tersebut berfungsi untuk memantau bagaimana kondisi sistem yang dikontrol pada saat tersebut. Sistem

*monitoring* diperlukan untuk meningkatkan performa suatu sistem dan mempertahankannya. Melalui sistem *monitoring* dapat mengawasi apabila terjadi suatu penyimpangan. Agar hal tersebut tidak berangsur lama maka harus dilakukan kontrol selanjutnya. Itulah salah satu dari keuntungan apabila dilakukannya sistem kontrol dan *monitoring* secara otomatis.

Pembangunan suatu plant pada industri harus dirancang dengan terstruktur. Terutama apabila suatu sistem kontrol dan *monitoring* yang mempunyai jarak cukup jauh antara kontroler dan *plant*. Penempatan sangat berpengaruh untuk mempermudah jalannya suatu sistem tersebut.

Pada industri minyak kelapa sawit, sistem *monitoring* bertujuan untuk mengawasi aliran/level minyak pada tangki timbun dan temperatur pada tangki timbun tersebut. Sistem *monitoring* mampu mempermudah pemantauan karena antara *plant* dan kontroler mempunyai jarak yang cukup jauh. Lokasi kontroler berada pada suatu ruangan dengan nama ruang kontrol. Ruang kontrol berisi PLC, MCC dan PC untuk server dan client seperti denah lokasi yang ditunjukkan pada Gambar 3-6.



**Gambar 3-6** Denah antara *plant* dan kontroler

Pada gambar tersebut terdapat lingkaran berwarna merah yang menandakan bahwa itu letak dari ruang kontrol. Sedangkan lingkaran yang berwarna hijau itu menandakan letak dari *plant* yaitu tangki timbun

CPO dan PKO. Untuk lingkaran berwarna biru itu merupakan tempat sistem *unloading* dan *loading*.

Proses *monitoring* sangat berpengaruh pada proses penimbunan CPO dan PKO karena mampu mempermudah memantau proses kontrol mulai dari proses *unloading* sampai ke *loading*. Sistem *monitoring* ini dirancang dengan tampilan sebuah HMI (*Human Machine Interface*) yang dimana desainnya sesuai dengan keadaan nyata. Hal tersebut memudahkan operator dalam mengetahui proses yang terjadi dan mampu memberikan pengendalian apabila terjadi sesuatu kendala pada sistem penimbunan CPO dan PKO.

Sistem *monitoring* pada tangki mulai dari CPO dan PKO masuk dari *unloading*, penimbunan, dan *loading*. Pertama memantau berapa aliran yang masuk pada tangki timbun melalui transmitter aliran yang terpasang dekat sistem *unloading*. Kemudian masuk pada penimbunan tangki dipantau berapa level tangki dan temperature tangki. Manfaat dipantaunya level tangki adalah untuk menanggulangi apabila level tangki akan mencapai nilai maksimum atau nilai minimum. Sedangkan untuk temperatur tangki berguna untuk mengetahui proses pemanasan yang akan dilakukan agar temperatur saat CPO dan PKO disalurkan mencapai spesifikasi yang ditentukan. Sistem terakhir pada *loading* berguna untuk mengetahui berapa aliran yang keluar dari tangki timbun untuk dsalurkan ke konsumen melalui kereta api, konsumen, dan truk tangki.

Sistem pada tangki timbun CPO dan PKO juga mampu mengawasi pada katub dan pompa untuk mengalirkan minyak baik dari *unloading* ataupun *loading*. Dapat diketahui pompa mana dan katub mana yang sedang aktif dan katub atau pompa mana yang harus dalam keadaan berjaga. Hal tersebut disebabkan pada tangki CPO terdapat dua pipa menuju tangki timbun, sedangkan pada kedua pipa tersebut terdapat pompa dan katub. Apabila kedua pompa dan katub dalam keadaan aktif maka salah satu akan mengembalikan aliran atau biasa disebut dengan *feedback* ke tangki *buffer*. Jadi khusus untuk tangki CPO dikondisikan untuk salah satu pompa dan katub dalam kondisi aktif dan satunya dalam keadaan berjaga.

### 3.3 Perancangan Software

Di dalam sistem kontrol ada dua faktor yang mempengaruhi yaitu perancangan software dan hardware. Perancangan software berfungsi untuk jalannya sebuah proses kontrol contohnya adalah

program yang dibuat. Di dalam kontrol aliran, level, dan temperatur pada tangki timbun CPO dan PKO menggunakan software kontrol PLC. Di sistem kontrol tangki ini PLC berfungsi untuk sistem kontrol katub dan pompa serta sistem *monitoring* untuk aliran, level dan temperatur tangki timbun.

Di dalam dunia industri merancang sebuah program untuk proses sistem kontrol dan *monitoring* mempunyai beberapa tahapan mulai dari pendataan masukan/keluaran sampai integrasi sistem secara keseluruhan. Proses awal dalam merancang sebuah program PLC adalah membuat daftar dari masukan dan keluaran pada sistem kontrol dan *monitoring*.

Pada saat membuat daftar masukan dan keluaran dari program PLC dibagi menjadi 3 bagian yaitu *internal connection*, *programming area*, dan *external connection*. Dibaginya 3 hal diatas agar mampu memudahkan membaca antara seorang programming, instalasi instrumen, dan operator nantinya. Hal tersebut digunakan sebagai dokumen penting apabila terjadi sesuatu atau memudahkan dalam perawatan.

*Internal Connection* merupakan suatu data alamat komunikasi antara instrumen dengan program pada PLC yang terdapat pada PC Server. Hal tersebut berisi tentang subyek apa yang diprogram dan alamat atau pada komunikasi antara kontroler dan instrumen yang ditunjukkan pada Tabel 3-1.

**Table 3-1** *Internal connection*

No	<i>PLC Internal Connection</i>	
	Deskripsi	Profibus PA Address
1	FT-1 Metering CPO dari PKS ke Unloading Truck	5
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

*Programming area* berisi tentang alamat dari masukan atau keluaran, symbol plc, dan daftar masukan/keluaran pada bentuk fisik plc yang ditunjukkan pada Tabel 3-2.

**Table 3-2** *Programming area*

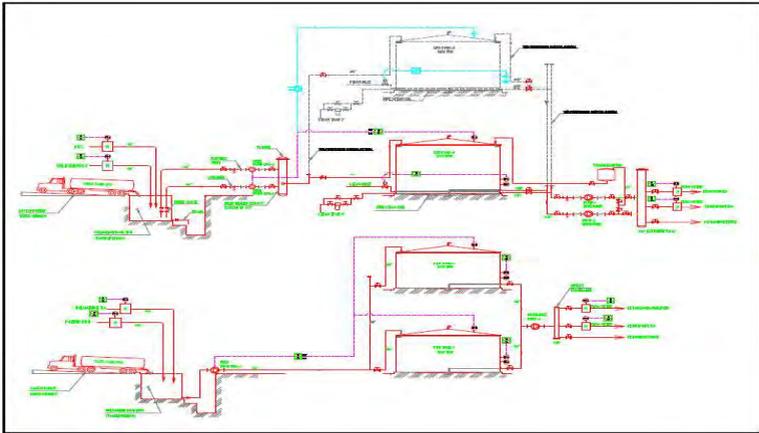
No	<i>Programming area</i>		
	Simbol PLC	Alamat fisik	<i>DB store</i>
1	FT1_MASS FLOW	IR256	DB5.DBD0
2	FT1_DENSITY	IR261	DB5.DBD5
3	FT1_MEDIUM TEMP	IR266	DB5.DBD10
4	FT1_TOT MASS1	IR271	DB5.DBD15
5	FT1_TOT VOLUME	IR276	DB5.DBD20
6	FT1_TOT MASS2	IR281	DB5.DBD25
7	FT1_VOLUME FLOW	IR286	DB5.DBD30
8	FT1_CONC-1	IR291	DB5.DBD35
9	FT1_CONC-2	IR296	DB5.DBD40
10	FT1_CONC MASSFLOW1	IR301	DB5.DBD45
11	FT1_CONC MASSFLOW2	IR306	DB5.DBD50

*External connection* berisi tentang data instrumen yang tersambung dengan program PLC tersebut yang ditunjukkan pada tabel 3-3.

**Table 3-3** *External connection*

No	<i>External Connection</i>					
	Intrumen	<i>Brand</i>	Tipe	Terminal	No kabel	Nomor
1	<i>Flow Transmitter Coriolis</i>	Khrohne	Optimass MFS 2000 100	X	W001	1 2
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						

Setelah daftar masukan/keluaran sudah selesai, maka langkah selanjutnya adalah memasukkan data tersebut ke dalam program. Untuk software yang digunakan untuk pemrograman PLC adalah TIA Portal versi 13 dan WinCC Runtime untuk tampilan HMI. Kemudian dari daftar yang dimasukkan tadi digunakan untuk alamat pada saat merancang sebuah program SCADA mulai dari pompa dan transmitter-transmitternya.



**Gambar 3-7** *Piping and Instrument Diagram*

Setelah proses tersebut selesai membuat rancangan HMI sesuai dengan *piping and instrumen diagram* seperti gambar dibawah ini Dari desain di atas mampu dirancang suatu program kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun CPO dan PKO. Dengan demikian apabila semua telah usai dibuat, maka diperlukan koneksi antara PC server dengan hardware (PLC) karena salah satu pusat kontrol pompa, katub, dan transmitter-transmitter terdapat pada PLC.

### **3.4 Integrasi Sistem**

Di dalam merancang berbagai macam sistem kontrol, pada akhirnya pasti ada sebuah integrasi dari sistem. Integrasi sistem adalah kumpulan beberapa sistem kontrol kompleks menjadi sebuah sistem kontrol secara general. Jadi integrasi sistem merupakan sistem besarnya atau sistem secara keseluruhan. Sistem kontrol dan *monitoring* pada

tangki CPO dan PKO ini menggunakan sistem *SCADA* untuk konsep dasar sistemnya.

Integrasi sebuah sistem tidak lepas dari sebuah perangkat yaitu perangkat lunak dan perangkat keras. Hal yang berhubungan dengan perangkat lunak seperti desain sistem kontrolnya, sistem *monitoring*, pemrograman. Sedangkan perangkat keras berhubungan dengan beberapa peralatan yang digunakan untuk membangun suatu sistem SCADA tersebut.

Perangkat keras yang dibutuhkan dalam sebuah integrasi sistem disebutkan pada tabel 3-4

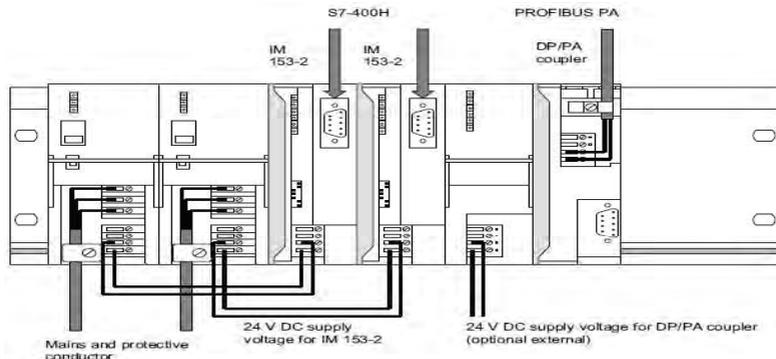
**Table 3-4** Perangkat keras yang digunakan untuk integrasi sistem

No	Nama Perangkat	Spesifikasi
1	Flow Meter CPO dari dryport	Khronne Optimass MFS 2000 250
2	Flow Meter PKO dari dryport	Khronne Optimass MFS 2000 250
3	Flow Meter CPO dari PKS	Khrohne Optimass MFS 2000 100
4	Flow Meter PKO dari PKS	Khrohne Optimass MFS 2000 100
5	Flow Meter CPO ke konsumen	Khrohne Optimass MFS 2000 250
6	Flow Meter PKO ke konsumen	Khrohne Optimass MFS 1000 S50
7	Flow Meter CPO ke dryport	Khrohne Optimass MFS 2000 250
8	Flow Meter PKO ke dryport	Khrohne Optimass MFS 1000 S50
9	Level CPO	Khrohne Optiflex 2200 C/F tipe 2200 C
10	Level PKO 1	Khrohne Optiflex 2200 C/F tipe 2200 C
11	Level PKO 2	Khrohne Optiflex 2200 C/F tipe 2200 C
12	Temperature CPO	Khrohne Inor Resistance Thermometer C/W thermowell

No	Nama Perangkat	Spesifikasi
13	Temperature PKO 1	Khrohne Inor Resistance Thermometer C/W thermowell
14	Temperature PKO 2	Khrohne Inor Resistance Thermometer C/W thermowell
15	PC Server	DELL Power Edge T620
16	PC Client	Dell Power Edge
17	Panel PLC	Kontroler, terminal DI/DO
18	Panel MCC	Berisi kontaktor dari kontrol pompa dan katub
19	AFD Instrumen	Siemens <i>Active Field Device</i>
20	Profibus DP/PA Segment Couple	Bus links DP/PA coupler, active field distributors, DP/PA Link and Y Link

Integrasi instrumen-instrumen menggunakan sebuah AFD (*Active Field Device*) untuk mengaktifkan dan menghubungkan instrumen dengan DP/PA Coupler. AFD dirancang di *outdoor* maka dari itu perangkat keras tersebut tahan terhadap cuaca panas, dingin, hujan dan badai. Instrumen dipasang pada AFD dengan pemasangan kabel yang mempunyai nilai positif dan negatif.

Masing-masing DP/PA Coupler disambungkan dengan power supply sesuai dengan slot yang terdapat pada perangkat tersebut. Berikut konfigurasi untuk DP/PA Coupler akan digambarkan pada gambar 3-8



**Gambar 3-8** Konfigurasi DP/PA Coupler

DP/PA Coupler tersambung dengan master untuk komunikasi yaitu profibus dan tersambung dengan AFD (*Active Field Device*) yang terhubung dengan instrumen.

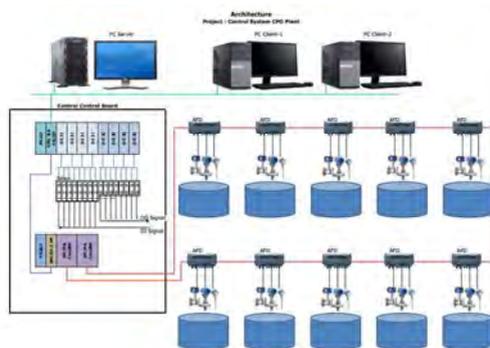
Perangkat lunak yang dibutuhkan dalam sebuah integrasi sistem disebutkan pada tabel 3-5

**Table 3-5** Perangkat lunak yang digunakan untuk integrasi sistem

No	Nama Perangkat	Spesifikasi
1	Software PLC	Siemens TIA Portal Versi 13
2	Software HMI	Siemens WinCC Runtime
3	Software PC Server	Siemens WinCC Runtime Server
4	Software PC Client	Siemens WinCC Runtime Client

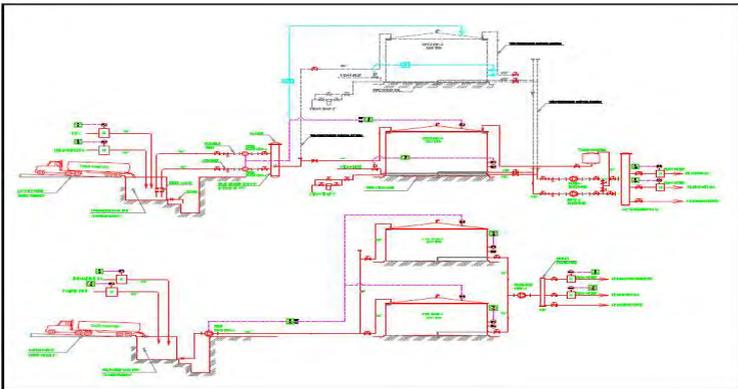
Integrasi sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun dimulai dari sebuah perancangan dari instrumen yang digunakan. Pertama dilakukannya sebuah kalibrasi terlebih dahulu terhadap masing-masing instrumen (aliran, level, temperatur). Cara kalibrasi instrumen menggunakan sebuah alat bantu yang dinamakan *Opticheck*.

Sistem kontrol dan *monitoring* tangki dirancang terlebih dahulu sebelum masuk ke realisasinya. Di dalam perancangannya, sistem kontrol dan *monitoring* mengacu pada *piping and instrumen diagram*. Perancangan tersebut berisi tentang peletakkan transmitter aliran, level, dan temperatur, alur proses kerja sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun CPO dan PKO. Arsitektur SCADA sebagai integrasi sistem digambarkan pada Gambar 3-9



**Gambar 3-9** Arsitektur SCADA sebagai integrasi

Integrasi sistem yang dimaksud adalah dengan menggabungkan antara kontroler, *plant*, dan instrumen yang digunakan. Untuk menggabungkan antara *plant* dan kontroler, media komunikasi yang digunakan berupa profibus yang diatur pada pemrograman PLC pada PC Server yang terletak pada ruang kontrol. Apabila antara kontroler dan *plant* sudah terhubung maka mampu dilakukan uji coba. Dalam pengujian biasanya dicoba untuk mengaktifkan salah satu pompa pada tangki timbun.



**Gambar 3-10** Desain integrasi sistem

Sedangkan untuk menghubungkan antara kontroler dengan instrumen, diperlukan kesamaan alamat antara program pada PLC dan peralatan instrumen itu sendiri. Istilah untuk hal tersebut adalah konfigurasi instrumen dan kontroler. Apabila sudah terkoneksi maka indikator instrumen pada program PLC akan muncul tanda bahwa mereka sudah terhubung.

Dari mengkoneksikan beberapa hal di atas maka mampu dijalankan sebuah sistem kontrol dan *monitoring* secara keseluruhan. Mulai dari sistem kontrol pompa dan tangki serta sistem *monitoring* untuk aliran, level dan temperature pada tangki timbun. Dapat diketahui pula proses atau alurnya sistem kontrol dan *monitoring* tangki timbun CPO dan PKO serta gangguan apa saja yang mungkin terjadi. Sistem juga mampu menampilkan grafik data untuk masing-masing tangki dan alarm jika terjadi sebuah gangguan atau masalah pada sistem kontrolnya.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **BAB IV**

### **REALISASI dan ANALISA**

Bab ini dibagi menjadi tiga bagian. Pada bagian pertama berisi tentang pengujian sistem kontrol dan monitoring pada tangki timbun CPO dan PKO. Pengujian ini menggunakan sistem yang hampir sama dengan kondisi di *real plant*. Pada bagian kedua berisi tentang penjelasan dan gambaran dari simulasi sistem kontrol dan monitoring. Simulasi disini menjabarkan proses sistem secara garis besar atau global, gambaran mudahnya dari sistem kontrol dan *monitoring* pada *real plant*. Dan bagian yang terakhir akan dijelaskan mengenai referensi yang berhubungan dengan sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun CPO dan PKO.

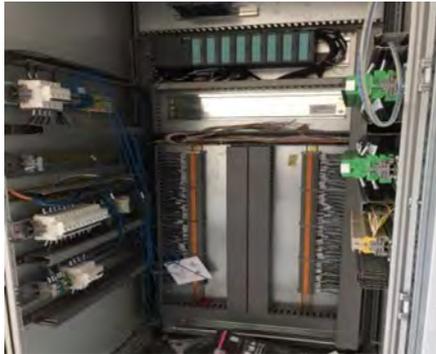
#### **4.1 Pengujian Sistem Kontrol dan Monitoring**

Pada dunia industri pengujian sebuah sistem kontrol dan *monitoring* yang dibangun biasa disebut dengan *commissioning*. Proses tersebut merupakan uji coba pertama kali dijalankannya suatu sistem pada *plant*. Pada tahap akhir ini pemeriksaan sebuah sistem secara keseluruhan mulai dari sistem kontrol masing-masing parameter hingga sistem kontrol secara keseluruhan atau sistem SCADA nya.

Pengujian pada *real plant* dilakukan pada sistem kontrol dan *monitoring* pada ruang kontrol dimana sebagai pusat dari sistem pada tangki timbun CPO dan PKO. Pengujian sebuah program sistem kontrol dan *monitoring* yang dibuat melalui PC Server menggunakan software TIA Portal. Software tersebut membuat sebuah perancangan atau HMI yang akan ditampilkan pada HMI yang menggunakan software WinCC Runtime. Dari software TIA Portal diatur di HMI server, setelah itu HMI server dibuka dengan menampilkan sebuah tampilan yang sudah dirancang pada TIA Portal.

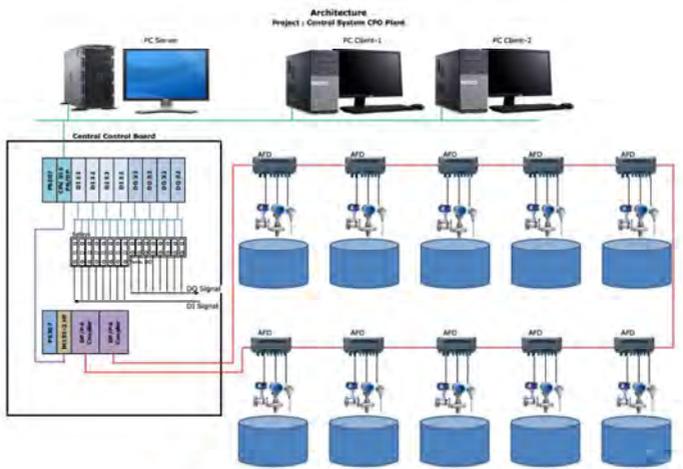
Di dalam industri pengujian sebuah sistem yang *real plant* diperlukan sebuah konfigurasi dari software dengan hardware yang digunakan. Mulai dari alamat program PLC dengan hardware wiring PLC harus sesuai agar mampu memudahkan operator nanti pada saat menjalankan. Data untuk masukan/keluaran juga harus sama dengan slot-slot yang ada pada hardware panel PLC. Panel PLC berisi sebuah PLC Siemens S7-1500, slot Digital Input, slot Digital Input, Analog Input, Analog Output, instrumen-instrumen yang digunakan serta komunikasi antara server dan PLC yang menggunakan profibus. Di

dalam panel PLC juga terdapat UPS yang berfungsi sebagai power supply apabila dalam keadaan emergency atau daya pada ruang kontrol mati. Berikut adalah wiring dari PLC yang terdapat pada *real system*



**Gambar 4-1** Panel PLC

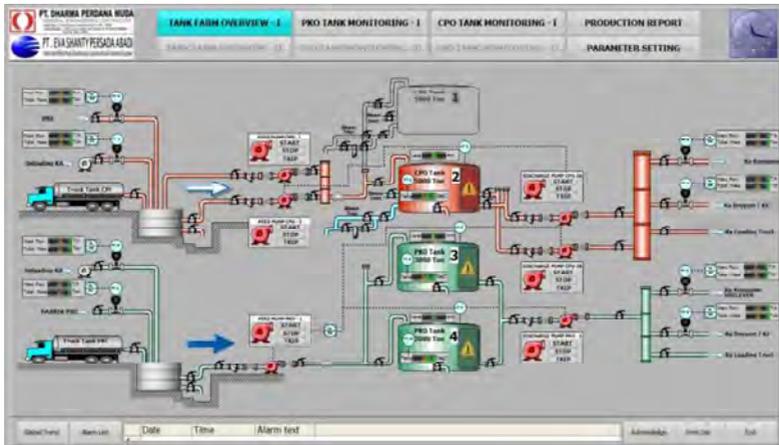
Konfigurasi sistem kontrol dan *monitoring* antara instrumen yang digunakan dengan program harus disesuaikan dengan alamat yang sesuai. Untuk konsep konfigurasi antara software dengan instrumen diagram mampu digambarkan seperti gambar 4-2



**Gambar 4-2** Arsitektur dari sistem kontrol dan *monitoring* instrumen

Arsitektur di atas menjelaskan bawah sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun memerlukan konfigurasi yang dimana semua instrumen diletakkan pada masing-masing AFD yang kemudian dimasukkan ke data DP/PA Coupler pada wiring PLC. Apabila sudah masuk ke DP/PA Coupler maka DP/PA Coupler pada server akan membaca bahwa instrumen sudah mampu dikendalikan dan dipantau.

Setelah semua proses konfigurasi antara software dan hardware selesai maka dimulai dengan uji coba program untuk menyalakan sebuah motor pada salah satu pompa untuk mengalirkan CPO atau PKO. Program yang dirancang pada TIA Portal untuk tampilan di HMI Runtime seperti gambar 4-3



**Gambar 4-3** Tampilan program pada TIA Portal

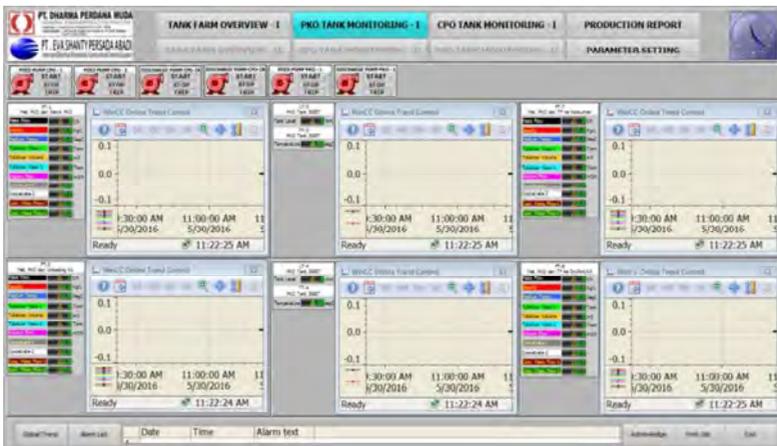
Tampilan HMI di atas berisi tentang kondisi tangki pada saat itu, dimana kondisi tangki meliputi aliran yang masuk/keluar tangki timbun, level tangki, temperature tangki, data trend masing-masing tangki, dan alarm apabila terjadi gangguan dari sistem kontrol dan *monitoring*. Masing-masing tangki yaitu CPO dan PKO mempunyai sistem kontrol dan *monitoring* yang terpisah, namun untuk prosesnya tetap menjadi 1 sistem kontrol dan *monitoring*.

Pada TIA Portal diaktifkan untuk mode aktif pada WinCC Runtime, kemudian pada WinCC Runtime diaktifkan melalui WinCC

Runtime Server. Jadi HMI tersebut diatur sebagai server dari sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki CPO dan PKO.

Tampilan HMI paada WinCC runtime menggambarkan keseluruhan dari sistem tangki CPO dan PKO. Masing-masing instrumen juga terdapat pada HMI berupa nilai dari parameter yang diukur kemudian digambarkan pula dengan data grafik. Apabila terdapat hal yang diluar sistem seperti alarm akan muncul dalam tampilannya. Setelah server WinCC Runtime dipanggil maka tampilan HMI akan muncul.

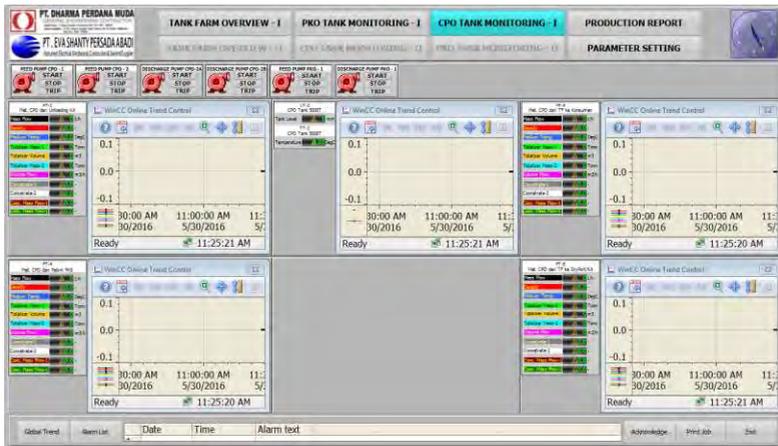
Sistem *monitoring* pada tangki PKO berisi tentang pantauan terhadap aliran, level dan temperatur pada tangki. Sistem pada aliran minyak kelapa sawit tidak hanya mampu membaca jumlah aliran saja, tetapi ada beberapa parameter yang dimunculkan. Parameter-parameter tersebut meliputi massa, jumlah, kekentalan, volume, massa jenis dari aliran. Sedangkan, untuk level dan temperatur yang ditampilkan berupa nilai dari instrumen tersebut. Tampilan untuk sistem *monitoring* pada tangki PKO ditunjukkan pada Gambar 4-4



**Gambar 4-4** Tampilan sistem *monitoring* pada tangki PKO

Pada sistem *monitoring* untuk tangki CPO sama halnya dengan apa yang ditampilkan pada tangki PKO. Hal yang membedakan adalah jumlah dari tangki yang dipantau hanya 1 tangki. Untuk penyaluran tangki CPO dibagi menjadi 2 saluran yang masing-masing terdapat pompa, tetapi pompa hanya salah satu yang diperbolehkan aktif. Hal

tersebut mencegah aliran minyak kembali menuju tangki timbun sementara. Jadi, salah satu pompa harus dalam keadaan siaga. Tampilan sistem *monitoring* pada tangki CPO ditunjukkan pada Gambar 4-5



**Gambar 4-5** Tampilan sistem *monitoring* pada tangki CPO

## 4.2 Simulasi Sistem Kontrol dan Monitoring

Simulasi digunakan untuk menjelaskan sebuah proses kontrol dengan cara umum (*general*). Bagaimana dari sebuah sistem yang *real plant* diubah menjadi sebuah *virtual plant*. Banyak perbedaan antara kedua sistem tersebut, namun bagaimana cara mendeskripsikan hal yang sama dengan proses kontrol yang sama.

Peran suatu sistem kontrol dan monitoring pada aliran yaitu untuk memudahkan diketahuinya nilai yang masuk dan keluar pada tangki timbun. Sedangkan untuk level, memudahkan untuk diketahuinya suatu titik tertentu pada tangki timbun. Pengendalian dilakukan pada pompa dan katub pada pipa yang menuju tangki.

Selain aliran/level, temperatur pada tangki juga sangat penting dalam suatu proses pengolahan CPO dan PKO. Sistem kontrol dan moitoring temperature digunakan agar minyak

Berbeda dengan *real system* pada tangki timbun CPO dan PKO, semulasi menjelaskan bagaimana sistem kontrol pada tangki timbun secara garis besarnya. Mulai dari sistem *unloading*, penimbunan dan *laoding* secara sekuensial. Perancangan untuk simulasi dirancang

menggunakan 2 PC yang dimana satu menjadi sebuah kontroler dan satunya menjadi sebuah *plant* dari tangki timbun CPO dan PKO.

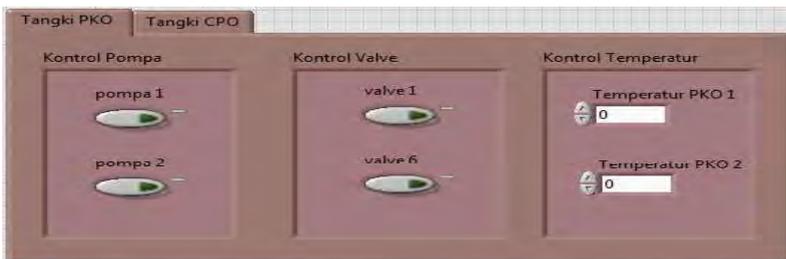
Perbedaan antara *real plant* dan *simulasi* juga terletak pada sistem komunikasi antara *plant* dengan kontrolernya. Komunikasi untuk menggabungkan antara kontroler dan *plant* adalah dengan menggunakan kabel Ethernet atau LAN. Mekanisme komunikasi ini dengan menggabungkan kabel pada kedua PC kemudian diatur untuk alamat pada *Internet Protocol Version (TCP/IP)*.

Kontrol pada simulasi dijelaskan bahwa sebuah tangki timbun CPO dan PKO dikontrol menggunakan katub/pompa yang diaktifkan. Kontrol yang digunakan hanya berupa digital (ON/OFF) dimana proses sistemnya dirancang secara sekuensial. Simulasi ini menjelaskan secara sederhana dari proses yang dirancang pada *real system*. Sistem *monitoring* tangki timbun digunakan sebuah indikator level pada tangki.

Instrumen yang digunakan untuk simulasi sistem ini adalah level pada tangki, level tangki dipantau juga dengan data trending yang digambarkan pada sebuah grafik. Grafik tersebut menggambarkan ketika level berada pada suatu nilai tertentu. Dari indikator tersebut dapat dikontrol secara manual untuk melakukan kontrol ke tahap selanjutnya.

Simulasi untuk sistem kontrol dan *monitoring* dibagi menjadi dua yaitu salah satu berfungsi sebagai kontrol dan HMI. Untuk PC yang digunakan sebagai PC server yang berisi beberapa kontroler pompa dan katub. Kontroler itu berisi sebuah tombol-tombol untuk mengaktifkan pompa dan katub. Antara kontroler dan plant sudah dikoneksikan menggunakan datsocket di labview, maka saat disimulasikan keduanya sudah terhubung.

Ketika pompa 1 dan katub 1 diaktifkan pada kontroler, maka pada PC plant akan aktif juga dalam proses pengisian tangki. Tampilan HMI pada PC kontroler tangki PKO ditunjukkan pada Gambar 4-5

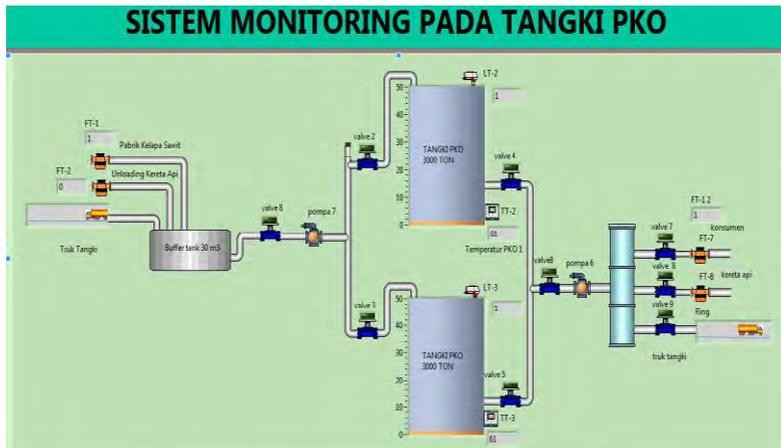


**Gambar 4-6** Tampilan HMI untuk kontroler PKO

Simulasi pada tangki timbun PKO yang berjumlah 2 buah dengan masing-masing berkapasitas 3000 ton dimisalkan menjadi 300 ton. Proses kontrol yang digunakan merupakan proses kontrol secara sekuensial. Mulai dari kontrol pompa dan katub agar minyak masuk ke dalam tangki timbun, dan indikator level tangki akan aktif apabila ada aliran yang masuk.

Simulasi untuk tangki PKO diproses secara sekuensial, apabila tangki pertama terisi maka tangki kedua dalam keadaan konstan. Apabila tangki pertama sudah melebihi batas maksimum pengisian, maka tangki kedua baru terisi. Sistem FIFO (*First In First Out*). Tangki yang pertama terisi maka tangki tersebut juga yang akan menyalurkan ke konsumen terlebih dahulu. Apabila pompa 1 dan katub 1 aktif maka tangki pertama akan terisi. Ketika tangki pertama sudah mencapai titik tertentu maka tangki kedua akan mulai terisi. Ketika tangki mulai terisi ataupun berkurang, terdapat indikator level untuk masing-masing tangki dimana dapat diketahui berapa nilai tangki pada saat itu.

Untuk menyalurkan minyak berisi pada tangki menuju konsumen maka pompa 2 dan katub 6 aktif, maka indikator pada ketiga yaitu konsumen, kereta api dan truk tangki aktif. Adanya sebuah aliran terjadi pada proses tangki timbun PKO dimisalkan dengan sebuah indikator yang aktif. Pada masing-masing tangki terdapat sebuah indikator level tangki seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-6



**Gambar 4-7** Tampilan HMI pada tangki timbun PKO

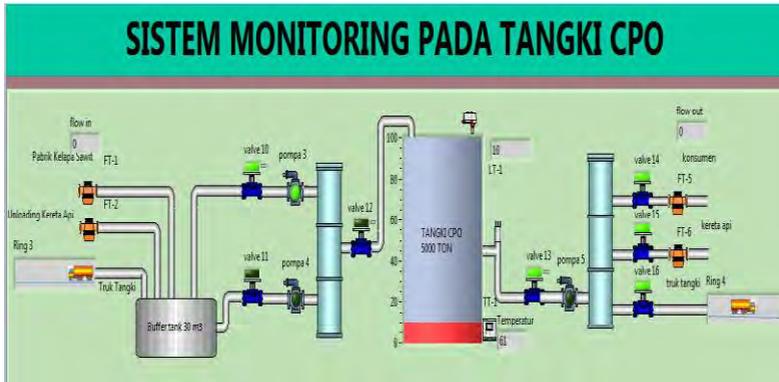
Sistem kontrol untuk tangki CPO hampir sama dengan tangki PKO, yang membedakan hanya proses kontrolnya karena dalam proses kontrolnya hanya terdapat satu tangki saja. Kontroler itu berisi sebuah tombol-tombol untuk mengaktifkan pompa dan katub. Tampilan HMI pada PC kontroler tangki PKO ditunjukkan pada Gambar 4-7



**Gambar 4-8** Tampilan HMI pada kontrol tangki CPO

Sistem *monitoring* pada tangki CPO hampir serupa dengan PKO, namun perbedaannya tangki CPO hanya berjumlah 1. Kontrol pompa dan katub juga berbeda dengan sistem di tangki PKO. Pengisian tangki CPO mampu dikontrol dengan mengaktifkan salah satu pompa dan katub. Kedua pompa tidak dapat aktif dalam waktu bersama-sama, apabila keduanya aktif maka aliran akan kembali menuju tangki *buffer*. Maka pompa dikontrol apabila salah satu pompa aktif maka pompa yang satu dalam keadaan siaga.

Ketika tangki terisi maka katub tangki CPO harus terbuka, apabila katub belum terbuka maka aliran tidak dapat masuk ke dalam tangki. Saat semua kondisi pengisian tangki terpenuhi maka indikator level pada tangki aktif. Apabila tangki sudah terisi dan siap untuk disalurkan ke konsumen, kereta api dan truk tangki maka pompa dan katub penyaluran ke konsumen diaktifkan. Apabila indikator pada ketiga konsumen tersebut aktif maka indikator level tangki juga akan berkurang secara perlahan. Tampilan HMI untuk sistem pada tangki CPO ditunjukkan pada Gambar 4-8



**Gambar 4-9** Tampilan simulasi pada tangki timbun CPO

Pada simulasi sistem kontrol dan monitoring CPO dan PKO ini digunakan untuk mempermudah suatu sistem kontrol yang sedang berjalan. Apabila di dalam sistem kontrol *real plant* parameter yang dikontrol dan *monitoring* lebih spesifik. Maka pada simulasi ini hanya dijelaskan proses kontrol pada tangki timbun CPO dan PKO ini bekerja secara sekuensial dengan kontrol pompa dan katub yang *ON/OFF*.

Tampilan HMI juga terdapat sebuah data yang berisi nilai dari indikator aliran, level dan temperatur pada masing-masing tangki timbun. Nilai tersebut diakumulasi menjadi sebuah grafik yang biasa disebut dengan *data trend*. Tampilan *data trend* pada simulasi ditunjukkan pada Gambar 4-9



**Gambar 4-10** Tampilan *data trend* pada simulasi

### 4.3 Performasi Sistem Kontrol dan Monitoring

Performasi dari sistem kontrol dan *monitoring* pada tangki timbun CPO dan PKO diukur dari keberhasilan dari sistem yang dibangun. Pada sistem kontrol dan *monitoring* aliran pada tangki timbun CPO dan PKO yang telah dibangun mampu diketahuinya minyak yang masuk dan keluar. Dari *monitoring* aliran tersebut juga mampu memudahkan proses kontrol tangki mulai dari *unloading* sampai *loading*.

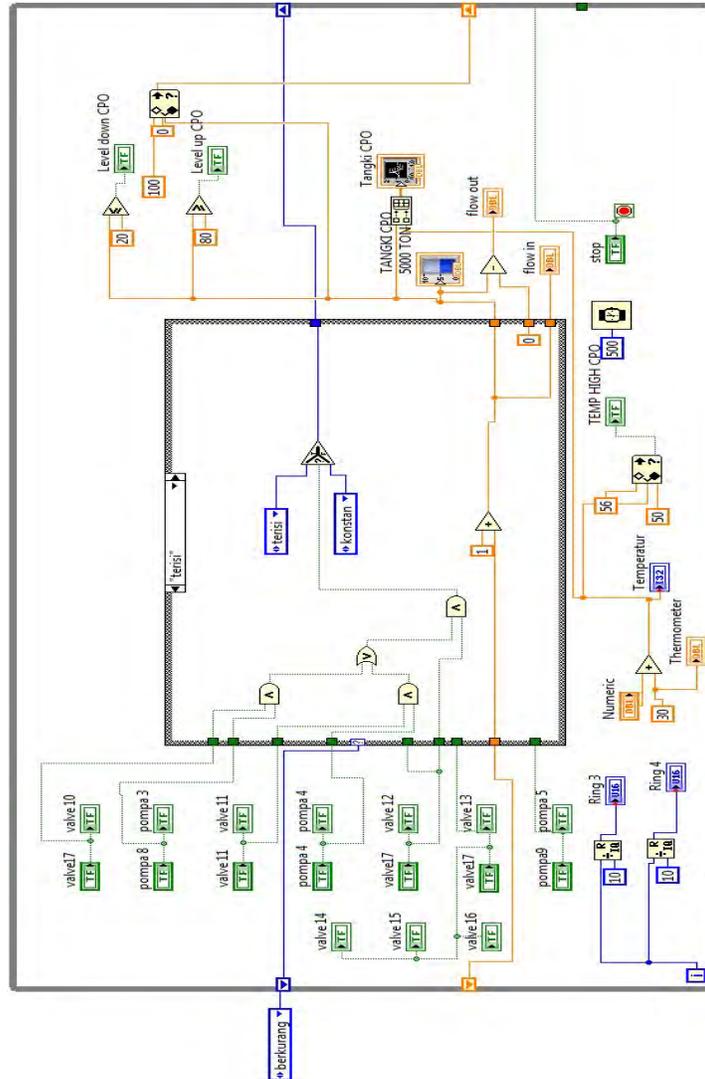
Indikator level pada tangki timbun CPO dan PKO memudahkan operator pada saat kondisi maksimum dan minimum. Dari *monitoring* tersebut mampu dikontrol pompa atau katub untuk menjaga level tangki. Hal tersebut juga untuk pencegahan CPO dan PKO melebihi dari kapasitas dan agar tangki tidak sampai dalam keadaan kosong. Apabila kondisi tangki kosong, akan berakibat pada proses penyaluran ke konsumen.

Pengendalian temperatur sangat penting untuk tangki timbun CPO dan PKO. Hal tersebut dikarenakan untuk syarat bongkar muat minyak yang disalurkan pada konsumen. Syarat bongkar muat mengharuskan temperature dalam rentang 50°-55°C, dengan kenaikan temperature maksimal 5°C per harinya. Dengan pengendalian dan *monitoring* mampu tercapainya CPO dan PKO disalurkan ke konsumen sesuai dengan spesifikasi. Dari *monitoring* temperatur juga bisa dilakukan pemanasan pada boiler yang tersalur sebuah pipa pemanas pada masing-masing tangki.

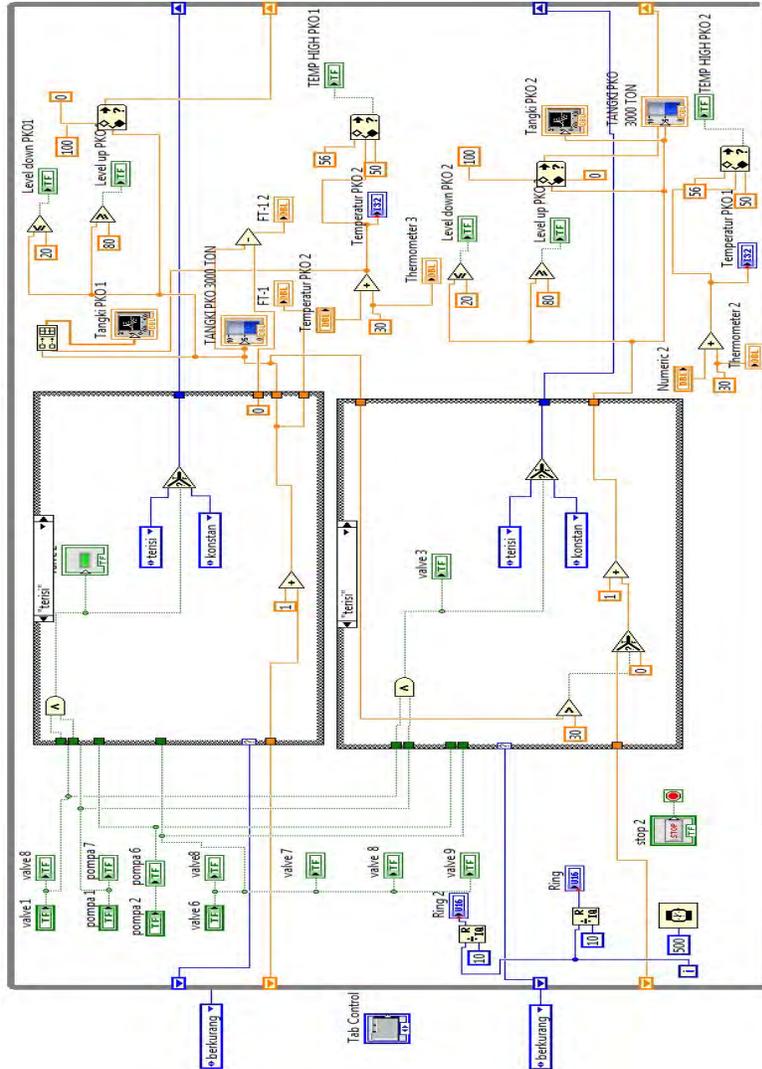
Arsitektur SCADA yang digunakan sebagai sistem kontrol dan *monitoring* untuk tangki timbun CPO dan PKO mampu menjadikan sistem yang efektif dan efisien. Meskipun adanya jarak antara kontroler dan *plant* suatu pengendalian dan *monitoring* mampu dijalankan dan dioperasikan. Sistem tersebut mampu menampilkan proses kontrol mulai dari *unloading*, penimbunan dan *loading* pada tangki timbun CPO dan PKO.

Sistem SCADA yang dibangun mampu menjalankan sistem kontrol dan *monitoring* dalam skala besar. Mulai dari aliran, level dan temperatur pada tangki timbun CPO dan PKO.

## LAMPIRAN A PROGRAM PADA TANGKI CPO



## LAMPIRAN B PROGRAM PADA TANGKI PKO





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Sistem kontrol dan *monitoring* dalam dunia industri sangat berpengaruh untuk kelancaran sebuah produktivitas sebuah produk. Hal tersebut mampu meminimalisir proses kerja suatu *plant*. Sistem kontrol dan *monitoring* juga mampu mempermudah dalam pengawasan dan pengendalian sebuah *plant* yang dimana manusia susah untuk menjangkaunya.

Sistem kontrol dan *monitoring* juga tidak harus terhalang oleh jarak yang cukup jauh dalam memantaunya. Dengan sistem kontrol dan *monitoring* SCADA mampu mempermudah dalam hal tersebut. Sistem tersebut juga mampu mengontrol suatu peralatan instrumen dengan mengkonfigurasinya di dalam sistem itu sendiri. Media komunikasi yang digunakan juga tidak perlu harus menarik kabel sejauh *plant* dan kontroler.

#### **5.2. Saran**

Agar pengendalian dan *monitoring* bekerja secara objektif, sebaiknya semua sistemnya dibuat secara otomatis. Karena dalam lingkup besarnya peralatan yang digunakan mampu dibuat secara otomatis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cosmina Illes, Gabriel Nicolae Popa,” Water Level Control System Using PLC and Wireless Sensors, IEEE 9thInternational Conference on Computational Cybernetics, July, 2013
- [2] Barz Cristian, Oprea Constantin, Erdei Zoltan, Pop Vadean Adina, Petrovan Florica, “The control of an industrial process with PLC, 2014
- [3] Stuart A. Boyer, “Supervisory Control and Acquisition Data 3<sup>rd</sup> Edition”, United State of America, 2004
- [4] Ogata K. , "*Modern Control Engineering*", Prentice-Hall, New Jersey, Ch. 3, 1997.
- [5] Daniel K. Fisher dan Ruixiu S., 2013, *An Expensive open-source ultrasonic sensing system for monitoring liquid level*, Agric Eng Intl CIGR Journal, Vol.15, No 14, December.
- [6] Paraskevopoulos P. N. , "*Modern Control Engineering*", Marcel Dekker, pp. 237-270, New York, 2002.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Shinta Bella Mardiyanti yang lahir di Malang, 2 januari 1995 merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Sis Mardiyoko dan Ibu Ida Widayanti. Penulis menamatkan pendidikan di SDK Santo Fransiscus, SMPN 1 Singosari dan SMAN 9 Malang. Penulis melanjutkan kuliah di D3 Teknik Elektro ITS dengan mengambil bidang studi Komputer Kontrol. Pada Tanggal 31 Mei 2016 penulis mengikuti ujian Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Diploma.