

**TUGAS AKHIR - VI 231733**

**PENGEMBANGAN INSTRUMENTASI UNTUK  
SISTEM *MONITORING* PADA PABRIK *MINI*  
*SWEETENER* SORGUM CV AGRIUTAMA  
JOMBANG BERBASIS PLC SIEMENS S7-1200**

**BAYU IRIANTO SYAHDEWA**  
NRP. 2042201018

Dosen Pembimbing  
**Brian Raafi'u, S.ST., M.T.**  
NPP 1994201911092

**Program Studi Rekayasa Teknologi Instrumentasi**  
Departemen Teknik Instrumentasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2024



**TUGAS AKHIR - VI 231733**

**PENGEMBANGAN INSTRUMENTASI UNTUK  
SISTEM *MONITORING* PADA PABRIK *MINI*  
*SWEETENER* SORGUM CV *AGRIUTAMA*  
JOMBANG BERBASIS PLC SIEMENS S7-1200**

**BAYU IRIANTO SYAHDEWA**

**NRP. 2042201018**

Dosen Pembimbing

**Brian Raafi'u, S.ST., M.T.**

**NPP. 1994201911092**

**Program Studi Rekayasa Teknologi Instrumentasi**

Departemen Teknik Instrumentasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**FINAL PROJECT - VI 231733**

**INSTRUMENTATION DEVELOPMENT DESIGN  
FOR MONITORING SYSTEM AT MINI  
SWEETENER FACTORY CV AGRIUTAMA  
JOMBANG BASED ON PLC SIEMENS S7-1200**

**BAYU IRIANTO SYAHDEWA**

**NRP. 2042201018**

Advisor

**Brian Raafi'u, S.ST., M.T.**

**NPP. 1994201911092**

*Instrumentation Technology Engineering Study Program*

*Department of Instrumentation Engineering*

*Faculty of Vocation*

*Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

*Surabaya*

*2024*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGEMBANGAN INSTRUMENTASI UNTUK SISTEM *MONITORING* PADA PABRIK *MINI SWEETENER* CV AGRIUTAMA JOMBANG BERBASIS PLC SIEMENS S7-1200

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada  
Program Studi D-4 Rekayasa Teknologi Instrumentasi  
Departemen Teknik Instrumentasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **BAYU IRIANTO SYAHDEWA**

NRP. 2042201018

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

- |                                           |                                                                                     |            |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Brian Raafi'u, S.ST., M.T.             |  | Pembimbing |
| 2. Ir. Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T., M.Sc. |  | Penguji    |
| 3. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA         |  | Penguji    |

**SURABAYA**

**JULI, 2024**

v



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## APPROVAL SHEET

### **INSTRUMENTATION DEVELOPMENT DESIGN FOR MONITORING SYSTEM AT MINI SWEETENER FACTORY CV AGRITAMA JOMBANG BASED ON PLC SIEMENS S7-1200**

#### FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements  
for obtaining a degree applied bachelor at  
Undergraduate Study Program of D-4 Instrumentation Technology Engineering  
Department Instrumentation Engineering  
Faculty of Vocation  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By: **BAYU IRIANTO SYAHDEWA**  
NRP. 2042201018

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Brian Raafi'u, S.ST., M.T.  Advisor
2. Ir. Ahmad Fauzan Adziimaa, S.T., M.Sc.  Examiner
3. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA  Examiner

**SURABAYA  
JULI, 2024**



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa / NRP : Bayu Irianto Syahdewa / 2042201018  
Departemen : Teknik Instrumentasi  
Dosen Pembimbing / NPP : Nama Dosen Pembimbing / 1994201911092

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "**Pengembangan Instrumentasi untuk Sistem *Monitoring* pada Pabrik *Mini Sweetener* Sorgum CV Agriutama Jombang Berbasis PLC Siemens S7-1200**" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 16 Juli 2024

Mengetahui

Dosen Pembimbing,

Dosen Pembimbing,

Brian Raafi'u, S.ST., M.T.  
NPP. 1994201911092

Mahasiswa,

Mahasiswa,

Bayu  
NRP.

Bayu Irianto Syahdewa  
NRP. 2042201018



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Bayu Irianto Syahdewa / 2042201018  
Department : Instrumentation Engineering  
Advisor / NPP : Nama Dosen Pembimbing / 1994201911092

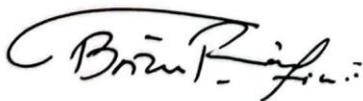
hereby declare that the Final Project with the Title of "*Instrumentation Development Design for Monitoring System at Mini Sweetener Factory CV Agriutana Jombang Based On PLC Siemens S7-1200*" Is The Result Of My Own Work, Is Original, And Is Written By Following The Rules Of Scientific Writing.

If In The Future There Is A Discrepancy With This Statement, Then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 16 Juli 2024

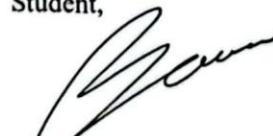
Acknowledged

Advisor,



Brian Raafi'u, S.ST., M.T.  
NPP. 1994201911092

Student,



Bayu Irianto Syahdewa  
NRP. 2042201018



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**PENGEMBANGAN INSTRUMENTASI UNTUK SISTEM *MONITORING* PADA  
PABRIK *MINI SWEETENER* CV AGRIUTAMA JOMBANG BERBASIS PLC  
SIEMENS S7-1200**

**Nama Mahasiswa / NRP** : Bayu Irianto Syahdewa / 2042201018  
**Departemen** : Teknik *Instrumenttasi* FV – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Brian Raafi’u, S.ST., M.T.

**ABSTRAK**

Pada pabrik *mini sweetener* yang terletak di kabupaten Jombang bernama CV Agriutama dengan bahan baku utama produksinya yaitu berasal dari batang sorgum. Dalam proses pengolahan sorgum yang nantinya diolah sampai menjadi gula memerlukan proses yang cukup kompleks didalam sebuah pabrik kecil dan memakan waktu produksi hingga sehari penuh dengan sistem *monitoring* yang masih menggunakan *local indicator*. Penggunaan sistem *monitoring* yang masih lokal ini memiliki banyak kekurangan dan kelemahan diantaranya keterbatasan akses jarak jauh, kurangnya integrasi dengan sistem lain, serta efisiensi dari proses produksinya. Dari kekurangan tersebut akan dibuatkan sebuah sistem *monitoring*, dimana dari setiap *local indicator* di setiap unit dapat ditarik dalam satu kesatuan, yaitu dengan menggunakan sebuah *transmitter*. Dari *transmitter* ini nantinya akan dapat mengirim sebuah sinyal analog berupa arus 4-20 mA, dari sinyal tersebut akan dikonversi menjadi nilai pembacaan dari sensor. Pembacaan tersebut memerlukan sebuah modul analog *input* yang terhubung menuju PLC dan akan dikirimkan pada sistem SCADA yang nantinya dapat membaca serta mengontrol kerja produksi pabrik mini sweetener.

**Kata kunci:** *Sistem Monitoring, Local Indicator, Transmitter, Sinyal Analog.*



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

***INSTRUMENTATION DEVELOPMENT DESIGN FOR MONITORING SYSTEM AT  
MINI SWEETENER FACTORY CV AGRITAMA JOMBANG BASED ON PLC  
SIEMENS S7-1200***

**Student Name / NRP** : Bayu Irianto Syahdewa / 2042201018  
**Department** : Instrumentation Engineering FV - ITS  
**Advisor** : Ir. Brian Raafi'u, S.ST., M.T.

**ABSTRACT**

In a mini sweetener factory located in Jombang district called CV Agriutama with the main raw material for production, which comes from sorghum stems. In the process of processing sorghum which will be processed into sugar requires a fairly complex process in a small factory and takes up to a full day of production with a monitoring system that still uses local indicators. The use of this local monitoring system has many shortcomings and weaknesses including limited remote access, lack of integration with other systems, and the efficiency of the production process. From these shortcomings, a monitoring system will be created, where from each local indicator in each unit can be drawn in one unit, namely by using a transmitter. This transmitter will be able to send an analog signal in the form of a 4-20 mA current, from which the signal will be converted into a reading value from the sensor. The reading requires an analog input module connected to the PLC and will be sent to the SCADA system which will be able to read and control the production work of the mini sweetener factory.

**Keywords:** *Monitoring System, Local Indicator, Transmitter, Analog Signal.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENGEMBANGAN INSTRUMENTASI UNTUK SISTEM MONITORING PADA  
PABRIK MINI SWEETENER SORGUM CV AGRUTAMA JOMBANG BERBASIS  
PLC SIEMENS S7-1200**

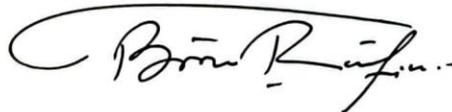
Oleh,



**Bayu Irianto Syahdewa**  
**(NRP. 2042201018)**

Surabaya,

**Menyetujui,  
Pembimbing**



**Brian Raafi'u, S.ST., M.T.**  
**NPP. 1994201911092**

**Mengetahui,  
Kepala Departemen  
Teknik Instrumentasi FV-ITS**



**Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA**  
**NIP. 19650309 199002 1 001**



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas nikmat dan karunianya dalam memberikan bimbingan, petunjuk, kesehatan, serta pertolongan kepada penulis sehingga dapat mengerjakan laporan tugas akhir ini yang berjudul "Pengembangan Instrumentasi untuk Sistem *Monitoring* pada Pabrik *Mini Sweetener* sorgum CV Agriutama Jombang Berbasis PLC Siemens S7-1200". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Jurusan Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa memberikan petunjuk, arahan dan kemudahan serta keberkahan.
2. Segenap keluarga yang selalu mendukung serta memberikan doa yang tidak pernah putus.
3. Bapak Brian Raafi'u, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang membantu dan memberikan arahan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Ahmad Fauzan Adzima S.T.,M.Sc. selaku dosen penguji Tugas Akhir yang membantu dan memberikan arahan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Totok Soehartano, DEA. selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan juga selaku dosen penguji Tugas Akhir yang membantu dan memberikan arahan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
6. Program Kedaireka yang telah memberikan pendanaan sebagai sumber dana Tugas Akhir.
7. Seluruh mahasiswa Teknik Instrumentasi ITS angkatan 2020, 2021 dan 2023 yang telah berjuang bersama serta teman-teman asisten Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol yang telah membantu melancarkan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik dalam melaksanakan maupun menyelesaikan pelaksanaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya dan dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Instrumentasi.

Surabaya, 1 Juli 2024

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
APPROVAL SHEET	vii
PERNYATAAN ORISINALITAS	ix
STATEMENT OF ORIGINALITY	xi
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR TABEL	4
BAB 1 PENDAHULUAN	5
1.1 Latar Belakang	5
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	9
2.2 Dasar Teori	13
BAB 3 METODOLOGI	29
3.1 Metode	29
3.2 Perancangan <i>Hardware</i> Sistem <i>Monitoring</i>	30
3.3 Pembuatan <i>Hardware</i> Sistem Kontrol <i>Panel Box</i>	32
3.4 Perancangan <i>Software</i> Sistem <i>Monitoring</i>	38
3.5 Pembuatan <i>Software</i> Sistem <i>Monitoring</i>	40
3.6 Proses Pengujian <i>Instrument Monitoring</i>	44
3.7 Proses <i>Comissioning</i>	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Uji Per Komponen	53
4.2 Karakteristik Statik (Akurasi)	71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran dan Rekomendasi	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	79

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	P&ID Pabrik Mini Sweetener 50 TCD	13
<b>Gambar 2.2</b>	(a) Desain P&ID Proses Kettle Header, (b) Temperature Gauge, dan (c) Pressure Gauge	15
<b>Gambar 2.3</b>	(a) Desain PFD Proses Pemanas Nira dan (b) Temperature Gauge	16
<b>Gambar 2.4</b>	(a) Desain PFD Evaporator dan (b) Pressure Vacuum Gauge	16
<b>Gambar 2.5</b>	(a) Desain PFD Proses Pan Masakan Nira, (b) Pressure Vacuum Gauge, dan (c) Temperature Gauge	17
<b>Gambar 2.6</b>	Sitrans TH100 (Siemens, 2021)	18
<b>Gambar 2.7</b>	Diagram Alir Proses Pembacaan Sensor Temperature	19
<b>Gambar 2.8</b>	Wika Model A-10 Tipe Pressure (Wika data sheet, 2022)	19
<b>Gambar 2.9</b>	Diagram Alir Proses Pembacaan Sensor Pressure	20
<b>Gambar 2.10</b>	Wika Model A-10 Vacuum Pressure (Wika data sheet, 2022)	21
<b>Gambar 2.11</b>	Diagram Alir Proses Pembacaan Sensor Pressure Vacuum	21
<b>Gambar 2.12</b>	Prinsip sistem transmisi 4-20 mA (Djokorayono et al., 2019)	22
<b>Gambar 2.13</b>	TIA Portal View (Siemens, 2019)	23
<b>Gambar 2.14</b>	Tipe Program Blok Pada TIA Portal (Siemens AG, 2019)	24
<b>Gambar 2.15</b>	Bahasa Pemrograman pada Step 7 (Siemens AG, 2019)	25
<b>Gambar 2.16</b>	Mekanisme Input Sinyal Sensor	25
<b>Gambar 2.17</b>	Tampilan Dashboard TIA Portal	26
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian	29
<b>Gambar 3.2</b>	Desain Wiring Panel Box	30
<b>Gambar 3.3</b>	Desain Wiring Analog Input Menuju PLC	31
<b>Gambar 3.4</b>	Desain Tampak Dalam Panel Box Kontroler	31
<b>Gambar 3.5</b>	Desain Tampak Luar dan Dalam Panel Junction Box	32
<b>Gambar 3.6</b>	Tampak Luar Panel Box Kontroler	33
<b>Gambar 3.7</b>	Tampak Dalam Panel Box Kontroler	33
<b>Gambar 3.8</b>	Panel Junction Box Tampak Luar (a) & Tampak Dalam (b)	35
<b>Gambar 3.9</b>	Sensor Transmitter Pada Tangki Kettle Header	35
<b>Gambar 3.10</b>	Sensor Pada Tangki Pemanas Nira	36
<b>Gambar 3.11</b>	Sensor Pada Tangki Evaporator	37
<b>Gambar 3.12</b>	Sensor Temperature (a) & Pressure Vacuum (b) Transmitter Pada Tangki Pan Masakan Nira	37
<b>Gambar 3.13</b>	Pembuatan Program Sistem Monitoring	40
<b>Gambar 3.14</b>	Channel Digital Input	40
<b>Gambar 3.15</b>	Channel Digital Output	41
<b>Gambar 3.16</b>	Channel Analog Input	42
<b>Gambar 3.17</b>	Ladder Diagram untuk Proses Kettle Header	43
<b>Gambar 3. 18</b>	Tampilan Dashboard pada sistem SCADA	43
<b>Gambar 3.19</b>	Diagram Alir Pengujian Instrument	44
<b>Gambar 3.20</b>	Diagram Alir Validasi Transmitter dengan Gauge Lokal	45
<b>Gambar 3.21</b>	Validasi Sensor dengan Gauge Lokal Sebagai Besaran Fisis	45

<b>Gambar 3.22</b> Proses Engineering Design	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Gambar 3.23</b> Instalasi Sensor	45
<b>Gambar 3.24</b> Instalasi Kabel	46
<b>Gambar 3.25</b> Instalasi PLC pada Panel Box Kontroler	46
<b>Gambar 3.26</b> Pemasangan Instrument pada Tangki Header Kettle	47
<b>Gambar 3.27</b> Pemasangan Instrument pada Tangki Pemanas Nira	48
<b>Gambar 3.28</b> Pemasangan Instrument pada Tangki Evaporator	48
<b>Gambar 3.29</b> Pemasangan Instrument pada Tangki Pan Masakan	49
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Kinerja Sensor Pressure Transmitter Unit Economizer Ketika Pabrik Beroperasi	53
<b>Gambar 4.3</b> Program TIA Portal Unit Economizer (Pressure)	54
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Validasi Pressure Transmitter Proses Economizer	55
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Validasi Pressure Transmitter dengan Nilai Arus (mA)	55
<b>Gambar 4.6</b> Pengujian Perbandingan Nilai pada Sensor Pressure Transmitter (a) Nilai Arus Sensor, (b) Nilai Arus PLC, dan (c) Nilai Interger Serta Pembacaan Sensor	56
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Kinerja Sensor Temperature Transmitter Unit Economizer Ketika Pabrik Beroperasi	57
<b>Gambar 4.8</b> Program TIA Portal Unit Economizer (Temperature)	58
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Kinerja Sensor Temperature Transmitter Unit Pemanas Nira Ketika Pabrik Beroperasi	59
<b>Gambar 4.10</b> Program TIA Portal Unit Pemanas Nira	59
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Kinerja Sensor Temperature Transmitter Unit Pan Masakan Ketika Pabrik Beroperasi	60
<b>Gambar 4.12</b> Program TIA Portal Unit Pan Masakan (Temperature)	61
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Validasi Pembacaan Temperature Transmitter dengan Temperature Gauge	62
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Validasi Pembacaan Temperature Transmitter dengan Nilai Arus (mA) pada (a) Economizer, (b) Pemanas Nira, (c) Pan Masakan 1 dan (d) Pan Masakan 2	63
<b>Gambar 4.15</b> Pengujian Perbandingan Nilai pada Sensor Temperature Transmitter (a) Nilai Arus Sensor, (b) Nilai Arus PLC, dan (c) Nilai Interger Serta Pembacaan Sensor	64
<b>Gambar 4.16</b> Grafik Kinerja Sensor Pressure Vacuum Transmitter Unit Evaporator Ketika Pabrik Beroperasi	65
<b>Gambar 4.17</b> Program TIA Portal Unit Evaporator	66
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Kinerja Sensor Pressure Vacuum Transmitter Unit Pan Masakan Ketika Pabrik Beroperasi	67
<b>Gambar 4.19</b> Program TIA Portal Unit Pan Masakan (Pressure Vacuum)	68
<b>Gambar 4.20</b> Grafik Validasi Pembacaan Pressure Vacuum Transmitter dengan Pembacaan Vacuum Gauge pada (a) Evaporator 1, (b) Evaporator 2, (c) Evaporator 3 dan (d) Pan Masakan	69
<b>Gambar 4.21</b> Grafik Validasi Pembacaan Pressure Vacuum Transmitter dengan Nilai Arus (mA) pada Proses (a) Evaporator dan (b) Pan Masakan	70

**Gambar 4.22** Pengujian Perbandingan Nilai pada Sensor Pressure Vacuum Transmitter (a) Nilai Arus Sensor, (b) Nilai Arus PLC, dan (c) Nilai Interger Serta Pembacaan Sensor

70

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Hasil Penelitian Terdahulu	9
<b>Tabel 2.2</b> Datasheet Temperature Transmitter (Siemens, 2021)	19
<b>Tabel 2.3</b> Datasheet Pressure Transmitter (Wika data sheet, 2022)	20
<b>Tabel 2.4</b> Datasheet Vacuum Pressure Transmitter (Wika data sheet, 2022)	21
<b>Tabel 3.1</b> Jumlah Komponen Didalam Panel Box Kontroler	34
<b>Tabel 3.2</b> List Digital Input PLC Siemens S7-1200	38
<b>Tabel 3.3</b> List Digital Output PLC Siemens S7-1200	38
<b>Tabel 3.4</b> List Analog Input AI1 PLC Siemens S7-1200	39
<b>Tabel 3.5</b> List Analog Input AI2 PLC Siemens S7-1200	39
<b>Tabel 3.6</b> List Channel Digital Input	41
<b>Tabel 3.7</b> List Channel Digital Output	41
<b>Tabel 3.8</b> List Channel Analog Input	42
<b>Tabel 4.2</b> Data Pembacaan 01-PT-001	54
<b>Tabel 4.3</b> Data Perbandingan Nilai pada Pressure Transmitter Unit Economizer	56
<b>Tabel 4.4</b> Data Pembacaan 01-TT-001	58
<b>Tabel 4.5</b> Data Pembacaan 01-TT-002	60
<b>Tabel 4.6</b> Data Pembacaan 01-TT-003	60
<b>Tabel 4.7</b> Data Pembacaan 01-TT-004	61
<b>Tabel 4.8</b> Data Pembacaan 01-TT-005	61
<b>Tabel 4.9</b> Data Perbandingan Nilai pada Temperature Transmitter Unit Economizer	64
<b>Tabel 4.10</b> Data Pembacaan 01-PVT-001	66
<b>Tabel 4.11</b> Data Pembacaan 01-PVT-002	66
<b>Tabel 4.12</b> Data Pembacaan 01-PVT-003	67
<b>Tabel 4.13</b> Data Pembacaan 01-PVT-004	68
<b>Tabel 4.14</b> Data Pembacaan 01-PVT-005	68
<b>Tabel 4.15</b> Data Perbandingan Nilai pada Pressure Vacuum Transmitter Unit Evaporator	70
<b>Tabel 4.16</b> Tabel Pengukuran Pressure Transmitter	71
<b>Tabel 4.17</b> Tabel Pengukuran Temperature Transmitter	72
<b>Tabel 4.18</b> Tabel Pengukuran Pressure Vacuum Transmitter	73

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pabrik mini sweetener CV Agriutama yang terletak di kabupaten Jombang dengan bahan baku utama berupa batang sorgum. Proses produksi pada pabrik ini sudah cukup lengkap masih menggunakan proses pengamatan secara manual dengan mengamati indikator yang terletak pada lokal disetiap unit. Penggunaan indikator lokal ini memiliki banyak kekurangan diantaranya keterbatasan akses jarak jauh karena pengguna tidak dapat memantau data dari luar jaringan lokal, yang mengurangi fleksibilitas dan responsivitas dalam mengelola sistem. Kurangnya integrasi dengan sistem lain akan membatasi kemampuan sistem monitoring lokal dalam menyediakan analisis data yang mendalam dan dukungan pengambilan keputusan yang lebih baik menjadi salah satu kelemahan dari sistem monitoring secara lokal (Tedyana et al., 2023) .

Sistem monitoring yang digunakan untuk mengawasi perubahan pada suatu besaran fisik pada objek yang sedang diukur, dengan kemampuan untuk menyajikan informasi dalam bentuk tampilan data (Iskandariyanto et al., 2020). Parameter yang diamati pada proses produksi pabrik *mini sweetener* meliputi *pressure*, *temperature*, dan *vacuum pressure*. Dengan penambahan penggunaan sensor-sensor untuk mengukur parameter yang akan diamati nantinya. Hasil pengukuran dari sensor-sensor ini kemudian dijadikan informasi yang diintegrasikan ke dalam satu sistem yang membantu mendapatkan data yang diinginkan (Abdullah et al., 2021). Dari pengukuran sensor tersebut diperlukan *transmitter* yang dapat bekerja dengan mengukur suatu parameter fisik dan mengonversinya menjadi sinyal arus listrik dalam rentang 4-20 mA untuk disesuaikan dengan *range* pengukuran dari masing-masing *transmitter*, yang kemudian dikirimkan ke sistem *data processing* untuk mengubah sinyal input menjadi data digital.

Berdasarkan beberapa tinjauan yang ada, pada penelitian ini akan dirancang sebuah pengembangan instrumentasi untuk proses *monitoring* pada pabrik gula sorgum dengan kapasitas produksi sebesar 50 *Ton Capacity per Day* (TCD) yang secara otomatis akan membaca sensor-sensor yang terpasang pada setiap unit pada proses produksi meliputi sensor *temperature*, *pressure*, dan *vacuum pressure*. Semua sistem pada proses *monitoring* tersebut akan dapat bekerja secara bersama-sama nantinya sehingga dapat diamati secara *real-time* melalui komputer yang sudah terintegrasikan dengan sistem SCADA. Harapan pada penelitian ini yaitu nantinya proses pengamatan tidak perlu dipantau secara langsung ditempat ketika proses produksi berjalan dan dapat membantu meringankan kerja dari pekerja yang ada. Selain itu diharapkan pada penelitian ini dapat mengimplementasikan keilmuan instrumentasi dengan meningkatkan kualitas serta produktivitas dari produksi yang ada melalui sistem yang sudah ditambahkan *instrument* agar hasil pengukuran dari setiap proses dapat lebih akurat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana memahami kerja dari setiap *local indicator* disetiap proses yang ada pabrik *mini sweetener* secara tepat?
2. Bagaimana merancang sistem *monitoring* yang tepat sehingga dapat menerima sinyal 4-20 mA?
3. Bagaimana mengetahui kinerja dari hasil pembacaan sensor pada *local indicator* dan *transmitter* dalam keadaan riil yang tepat?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka dapat dibuat batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Objek penelitian dilakukan pada Pabrik *Mini Sweetener* Sorgum dengan kapasitas 50 TCD pada CV Agriutama Jombang.
2. Semua *local indicator* (*pressure*, *temperature*, dan *vacuum gauge*) sudah terpasang di setiap unit proses.
3. Parameter yang di *monitoring* adalah *temperature*, *pressure*, dan *pressure vacuum*.
4. Dilakukan penambahan berupa *temperature transmitter*, *pressure transmitter*, dan *pressure vacuum transmitter* di setiap unit proses.
5. *Local indicator* yang ada di pabrik tidak diubah hanya saja data pembacaan akan dikirimkan pada tampilan dashboard di ruang kontrol.
6. Dashboard tampilan yang digunakan sudah dibuat.

## 1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang dapat dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memahami kerja dari setiap *local indicator* disetiap proses yang ada pabrik *mini sweetener* secara tepat.
2. Menghasilkan rancang sistem *monitoring* yang tepat sehingga dapat menerima sinyal 4-20 mA.
3. Mendapatkan kesesuaian hasil pembacaan sensor pada *local indicator* dan *transmitter* keadaan riil yang tepat.

## 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi penulis, penelitian ini digunakan sebagai hasil penerapan kelimuan instrumentasi yang telah didapatkan dalam hal merancang sistem instrumentasi untuk proses *monitoring*.

2. Bagi perguruan tinggi, kerjasama ini dapat membuka pintu bagi perguruan tinggi untuk terlibat dalam riset terapan dan pengembangan teknologi yang relevan dengan kebutuhan industri serta dapat menggunakan proyek ini sebagai sumber penelitian yang berkelanjutan.
3. Bagi mitra, penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan produktivitas dari proses pengolahan gula dengan mengurangi beban dari pekerja.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Adapun studi pustaka dari penelitian terdahulu sebagai berikut.

**Tabel 2.1** Hasil Penelitian Terdahulu

Judul, Penulis, Tahun	Metode	Hasil
Instrumentation and Measurement Systems (Bader, 2023)	Metode yang digunakan pada penelitian ini mencakup pengumpulan data, pemilihan model, proses evaluasi, optimasi terhadap parameter yang akan diukur.	Hasil dari penelitian ini adalah penekanan pada manfaat penggunaan sistem sensor dan pengukuran yang otomatis secara cerdas dengan tantangan yang dihadapi dalam representasi data, pengembangan model, dan keterbatasan perangkat keras.
Design of analog pressure transmitter (4-20 mA) for fast reactors (M et al., 2023)	Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan <i>pressure transmitter</i> yang digunakan untuk sebuah penelitian menggunakan sebuah perangkat analog dengan mengubah parameter tekanan menjadi sebuah sinyal keluaran dalam bentuk arus 4-20 mA. Pada desain ini meminimalkan kebutuhan komponen perangkat lunak serta kebutuhan validasi alat tersebut.	Hasil dari penelitian ini terdapat pada bagain pembacaan sensor yang dapat berhasil menghasilkan sebuah perubahan tekanan menjadi arus 4-20 mA yang terjadi pada <i>pressure transmitter</i> .
Application of S7-1200 PLC for Temperature Monitoring of a Railway Separator (Gabor et al., 2021)	Metode yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada pemantauan temperatur pada pemisah rel kereta api dengan menggunakan sensor temperatur inframerah yang	Hasil dari penelitian ini yang menekankan pengembangan pemantauan temperatur pemisah rel kereta api secara non kontak dengan menggunakan sensor temperatur

Judul, Penulis, Tahun	Metode	Hasil
	terhubung pada PLC Siemens S7-1200 melalui <i>interface</i> HMI untuk efisiensi dan keamanan operasional rel kereta api..	inframerah menghasilkan pembacaan yang diubah menjadi sinyal listrik dalam bentuk arus 4-20 mA untuk dapat dibaca oleh PLC Siemens S7-1200 hingga dapat muncul kedalam tampilan HMI.
Intelligent Control System Design for High Vacuum Die Casting Process (Hailin et al., 2021)	Metode yang digunakan pada peralatan <i>die casting</i> vakum tinggi menggunakan sistem kontrol PLC untuk menghubungkan komputer atas dan bawah, melakukan pengolahan data, dan menerapkan algoritma kontrol PID melalui blok fungsi FB untuk proses kontrol. Desain perangkat keras ini melibatkan penggunaan sensor tekanan untuk transmisi data.	Hasil dari penelitian penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem kontrol cerdas pada <i>die casting</i> vakum bertekanan rendah dengan menggunakan teknologi PLC. Integrasi pada <i>hardware</i> , termasuk sensor tekanan, modul kontrol digital dapat meningkatkan presisi kontrol dan waktu respons dalam proses <i>die casting</i> vakum.
Temperature Monitoring System using an Infrared Temperature Sensor Connected to a PLC (Gabor et al., 2019)	Metode yang digunakan pada penelitian ini menerapkan sistem pemantauan <i>temperature</i> pada pemisah monopolar tegangan menengah dengan menggunakan sensor <i>temperature</i> inframerah terhubung ke PLC Siemens S7-1200 dan HMI KTP700. Sistem ini memantau <i>temperature</i> pada permukaan tegangan tinggi dengan transduser <i>temperature</i> inframerah yang mengubah nilai suhu menjadi sinyal listrik dalam kisaran 0-10 V.	Hasil dari penelitian ini yang mengembangkan sebuah sistem pemantauan <i>temperature</i> suhu dengan sensor <i>temperature</i> inframerah terhubung ke PLC untuk memonitor suhu pada permukaan tegangan tinggi pemisah monopolar tegangan menengah dalam traksi kereta api listrik. Dengan menggunakan PLC Siemens S7-1200 dan HMI KTP700, sistem pada penelitian dapat mengontrol dan menampilkan nilai <i>temperature</i> dengan transduser suhu inframerah

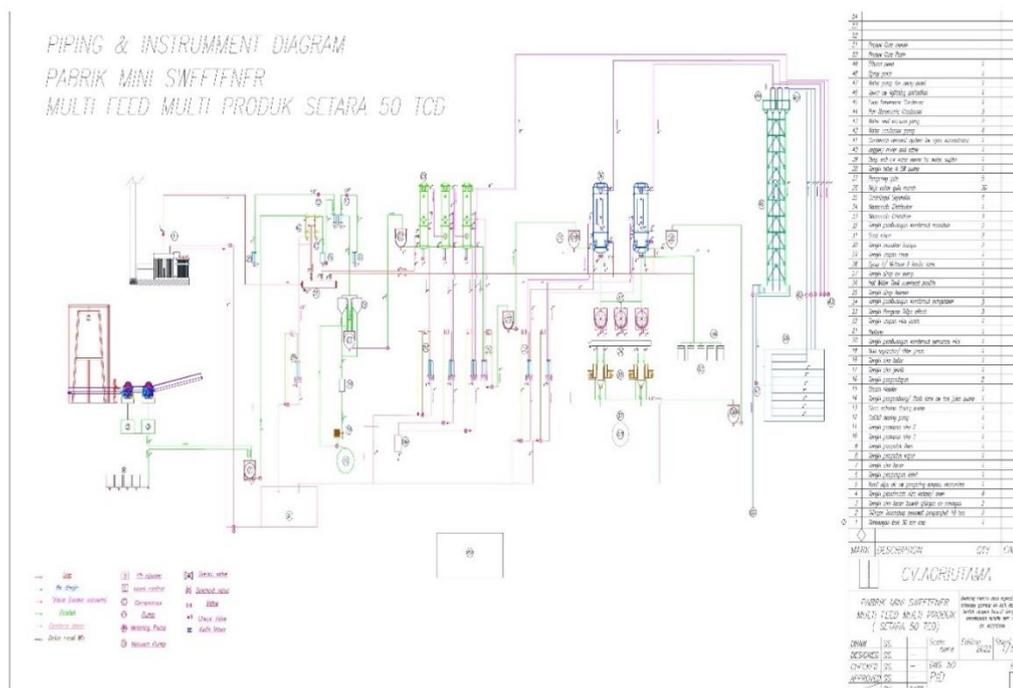
Judul, Penulis, Tahun	Metode	Hasil
		dalam kisaran 0-10 V.
Development of PLC based monitoring and control of pressure in Biogas Power Plant Digester (Mudaheranwa et al., 2019)	Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan PLC MICROLOGIXMOO dan kode MATLAB untuk mengontrol sistem pembangkit biogas, melibatkan solenoid <i>control valve</i> , <i>valve</i> yang menggunakan tekanan dalam pengukur aliran dalam proses operasional.	Hasil penelitian ini sukses dalam mengimplementasikan sistem kontrol berbasis PLC pada pabrik biogas, menunjukkan fleksibilitas dan efektivitas biaya yang lebih baik Pendekatan teknis lengkap juga diterapkan untuk mengontrol parameter digester, termasuk tekanan gas, suhu, kelembaban, dan aliran, menggunakan mekanisme berbasis PLC.
Design of automatic uniform feeding control system based on TIA configuration software (Kaiguang et al., 2019)	Metode yang digunakan pada sistem ini menggunakan Perangkat Lunak Konfigurasi Portal Siemens TIA dan kontrol PLC untuk mengotomatiskan pengangkutan material di bengkel dengan antarmuka manusia-mesin HMI yang efisien.	Hasil penelitian ini menghasilkan desain dan implementasi yang berhasil dari sistem kontrol pengangkutan material otomatis menggunakan PLC Siemens S7-300 dan perangkat lunak konfigurasi portal TIA. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, stabilitas, dan akurasi produksi sekaligus mengurangi dampak faktor manusia terhadap keselamatan.
Implementation of Supervisory Control and Data Acquisition-SCADA on a PLC and VFD Controlled Digital Mixing Plant Using TIA Portal(Hasan et	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengendalian otomatis menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) untuk proses pencampuran cairan . PLC digunakan untuk	Hasil dari penelitian ini menunjukkan sistem yang memungkinkan pengendalian otomatis dan manual dalam proses pencampuran cairan. Sistem ini memberikan solusi beragam untuk tangki

Judul, Penulis, Tahun	Metode	Hasil
al., 2019)	mengontrol aliran cairan dari tangki sub ke tangki utama, mengatur kecepatan motor, dan mengontrol katup .	pencampuran dan efektif dalam mengotomisasi proses, memberikan pengguna berbagai pilihan kontrol.
Development of Hardware and Software Methods and Tools for a Successful PLC Training (Yakimov et al., 2019)	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pendekatan pembelajaran ini juga mencakup penggunaan perangkat lunak simulasi untuk menguji dan memverifikasi kinerja sistem yang dikembangkan. Simulasi memungkinkan pengujian program tanpa mesin fisik, yang sangat penting terutama dalam aplikasi yang kompleks .	Hasil dari penelitian ini membahas pengembangan metode dan alat perangkat keras dan perangkat lunak untuk pelatihan PLC yang sukses, dengan penekanan pada pentingnya simulasi dalam proses pembelajaran. Ini menggambarkan simulator pelatihan PLC dengan contoh tugas pemrograman dasar dan menyoroti peran simulasi dalam menyediakan platform yang aman dan bebas risiko untuk pelatihan dan pengujian di bidang otomasi industri.
Application of Siemens PLC and WinCC in the Monitoring-Control System of Bulk Grain Silo (Sheng et al., 2018)	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem monitoring-kontrol silo biji-bijian dengan memanfaatkan Siemens S7-300 PLC dan bahasa pemrograman SIMATIC STEP 7 . Selain itu, teknologi field bus PROFIBUS digunakan untuk pertukaran data antar perangkat .	Hasil dari penelitian ini mencakup desain dan implementasi sistem monitoring-kontrol untuk silo biji-bijian curah menggunakan PLC Siemens dan perangkat lunak WinCC. Sistem ini berfokus pada keamanan, keandalan, dan pemantauan real-time dari proses produksi. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan dan memvisualisasikan antarmuka pemantauan, meningkatkan keamanan dan keandalan, serta memberikan manfaat

Judul, Penulis, Tahun	Metode	Hasil
		ekonomi bagi perusahaan.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Proses Produksi Pabrik *Mini Sweetener Sorgum* CV Agriutama Jombang



**Gambar 2.1** P&ID Pabrik Mini Sweetener 50 TCD

Pada gambar P&ID diatas untuk produksi gula yang dilakukan oleh CV Agriutama yang menerapkan produksi *multi feed multi produk*, dimana dapat memproduksi dari berbagai macam nira dan menghasilkan berbagai produk gula seperti sirup, gula merah, dan gula pasir. Pada proses produksi ini memiliki alur proses utama yang dimulai dari pembakaran air untuk menghasilkan *steam* pada unit *kettle*, selanjutnya akan didistribusikan oleh *kettle header* untuk dilanjutkan pada proses untuk memanaskan nira, proses evaporator, dan terakhir untuk proses pan masakan untuk menghasilkan sirup untuk diolah secara lanjut menjadi gula siap konsumsi. Berikut penjelasan lebih detail mengenai proses tersebut berdasarkan alur prosesnya.

#### 1. Pembakaran Air untuk Menghasilkan Steam

Tahap pertama dalam proses produksi gula adalah pembakaran air untuk menghasilkan steam (uap air). Steam ini dihasilkan di unit *kettle*. Proses ini melibatkan beberapa langkah:

- Boiler (Ketel Uap): Air dipanaskan dalam boiler menggunakan bahan bakar (biasanya biomassa atau bahan bakar fosil) untuk menghasilkan steam.
  - Steam: Steam yang dihasilkan ini akan digunakan sebagai sumber panas dalam berbagai tahap proses produksi gula.
2. Distribusi Steam melalui Kettle Header
 

Steam yang dihasilkan dari boiler didistribusikan melalui kettle header. Kettle header adalah sebuah komponen yang berfungsi untuk mengatur dan mendistribusikan steam ke berbagai unit proses yang membutuhkan panas.
  3. Proses Pemanasan Nira
 

Nira adalah cairan manis yang diperoleh dari tanaman sorgum atau tanaman penghasil nira lainnya. Proses pemanasan nira dilakukan untuk beberapa tujuan:

    - Sterilisasi: Membunuh mikroorganisme yang ada di dalam nira.
    - Mengurangi Viskositas: Mempermudah aliran nira dalam proses-proses selanjutnya.
    - Pengendapan: Memisahkan antara ampas dengan nira menggunakan campuran kapur dan flokulan.
  4. Proses Evaporator
 

Proses evaporator bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam nira sehingga konsentrasinya meningkat. Tahapan dalam evaporator meliputi:

    - Triple Effect Evaporator: Digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi dengan menggunakan panas uap dari satu efek untuk memanaskan nira di efek berikutnya.
    - Konsentrasi Nira: Pada akhir proses evaporasi, nira akan mencapai konsentrasi tertentu yang sesuai untuk tahap selanjutnya.
  5. Proses Pan Masakan
 

Tahap ini adalah proses akhir dalam produksi sirup dan gula. Pan masakan adalah alat yang digunakan untuk memasak nira yang telah terkonsentrasi melalui beberapa langkah:

    - Pengentalan: Nira yang telah terkonsentrasi dipanaskan lebih lanjut untuk meningkatkan kadar gula dan mengurangi kadar air lebih jauh.
    - Kristalisasi: Pada suhu dan konsentrasi tertentu, gula mulai membentuk kristal.
    - Sirup: Produk yang dihasilkan bisa berupa sirup jika dihentikan pada tahap tertentu sebelum semua air diuapkan dan kristalisasi lengkap terjadi.
  6. Produk Akhir: Sirup, Gula Merah, dan Gula Pasir
 

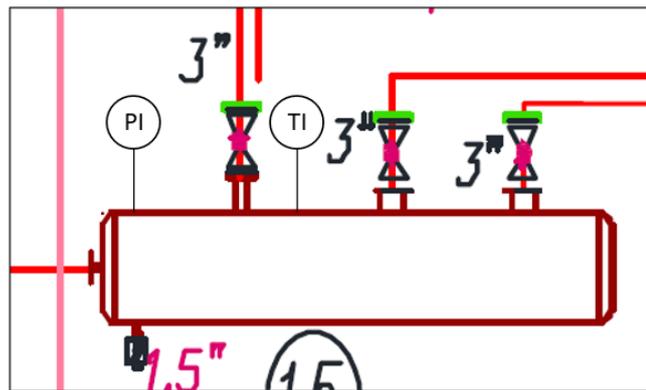
Berdasarkan proses yang telah dijelaskan, CV Agriutama dapat menghasilkan beberapa produk akhir:

    - Sirup: Jika proses dihentikan sebelum kristalisasi penuh, hasilnya adalah sirup yang dapat dikemas dan dijual sebagai pemanis cair.

- Gula Merah: Gula merah dapat dihasilkan dengan mengkristalkan gula dalam nira yang telah dipanaskan dan mengeringkannya dalam bentuk tertentu (misalnya cetakan atau balok).
- Gula Pasir: Proses lanjutan dari kristalisasi penuh menghasilkan gula pasir yang kemudian dikeringkan dan diayak untuk menghasilkan butiran gula yang seragam.

### 2.2.1.1 Variabel Proses

#### a) Proses *Kettle Header*



(a)



(b)

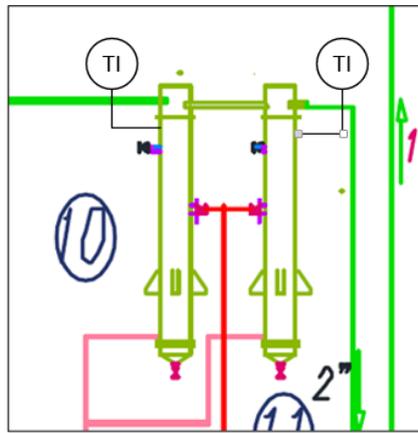


(c)

**Gambar 2.2** (a) Desain P&ID Proses *Kettle Header*, (b) *Temperature Gauge*, dan (c) *Pressure Gauge*

Sistem pemanasan air pada *kettle header* adalah suatu proses yang berfokus pada penyediaan uap (*steam*) dari proses pembakaran pada *kettle* untuk didistribusikan melalui tangki *header* yang diperlukan untuk suplai proses produksi pada plant. Pada tangki *header* ini *temperature* yang dihasilkan berkisar antara 90 - 130°C yang terpasang *temperature gauge* dan tekanan hingga 20 psi yang terpasang *pressure gauge*.

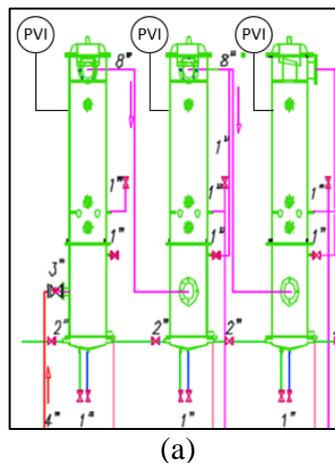
b) Proses Pemanas Nira



**Gambar 2.3** (a) Desain PFD Proses Pemanas Nira dan (b) *Temperature Gauge*

Pemanasan nira merupakan tahap kritis dalam proses pemurnian nira, yang merupakan langkah penting dalam pengolahan sorgum menjadi gula. Proses ini bertujuan untuk memisahkan air dari nira dan meningkatkan konsentrasi gula. Proses pemanasan menciptakan uap air yang mengandung air yang terpisah dari larutan gula kental. Uap tersebut dapat dikondensasikan kembali menjadi air, sementara larutan kental mengalir ke tahap selanjutnya. Pada proses ini nira dipanaskan hingga temperatur 100°C yang terpasangkan temperature gauge sesuai titik didih air dengan diikuti pemberian susu kapur sampai dengan pH 6.8-7.2 disertai penambahan larutan flokulan untuk percepatan pengendapan

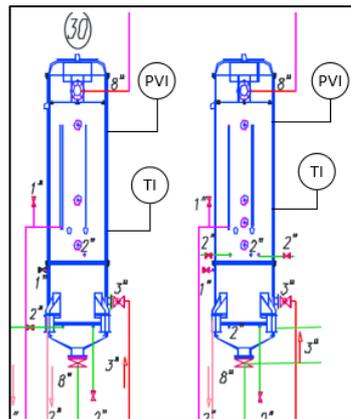
c) Proses Evaporator



**Gambar 2.4** (a) Desain PFD Proses Evaporator dan (b) *Pressure Vacuum Gauge*

*Evaporator Triple Effect* adalah suatu sistem penguapan yang efisien yang digunakan dalam proses pembuatan gula untuk mengkonsentrasikan nira. Proses ini melibatkan tiga efek penguapan berturut-turut untuk memaksimalkan pemanfaatan energi. Nira pertama kali memasuki efek pertama dari *Evaporator Triple Effect*, di mana panas awal diberikan untuk memulai penguapan. Uap air yang dihasilkan pada efek pertama ini kemudian digunakan sebagai sumber panas untuk efek berikutnya. Nira yang masuk ke tahap penguapan vakum ini ditempatkan di ruang tertutup yang kemudian dipompa untuk menciptakan kondisi vakum. Penurunan tekanan ini memungkinkan penguapan nira terjadi pada suhu yang lebih rendah sehingga mengurangi risiko kerusakan pada gula dan senyawa lainnya. Dengan titik didih pada setiap tangki, yaitu untuk penguap 1 sebesar 75-80°C, penguap 2 sebesar 65-70°C, dan penguap 3 dibawah 65°C yang terpasang pressure vacuum gauge dengan tingkat kevakuman sekitar (-40) sampai dengan (-70) cmHg.

d) Proses Pan Masakan Nira



(a)



(b)



(c)

**Gambar 2.5** (a) Desain PFD Proses Pan Masakan Nira, (b) Pressure Vacuum Gauge, dan (c) Temperature Gauge

Proses vakum pada tangki pan masakan nira adalah langkah terakhir dalam mengolah nira sorgum menjadi gula. Dalam tahap ini, nira yang telah disiapkan sebelumnya mengalami pemanasan dan pemurnian lebih lanjut di dalam tangki pan masakan dengan kondisi vakum. Setelah nira mencapai suhu yang sesuai, kondisi vakum diterapkan di dalam tangki pan masakan. Tekanan dikurangi secara signifikan di dalam tangki, menciptakan lingkungan vakum yang memungkinkan penguapan air dari nira terjadi pada suhu yang lebih rendah. Nira mengalami penguapan terus-menerus sehingga meningkatkan konsentrasi gula secara bertahap hingga terjadi proses kentalisasi dari nira menjadi gula. Pada tahap ini kevakuman dijaga hingga sekitar -64 cmHg yang terpasangkan pressure vacuum gauge dan titik didih dibawah 60°C yang terpasangkan temperature gauge..

### 2.2.1.2 Sensor Monitoring

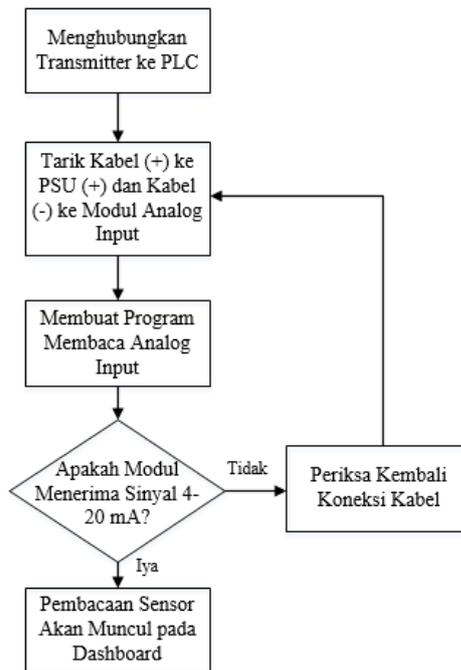
Pada proses monitoring yang dikembangkan pada pabrik *mini sweetener* CV Agriutama akan menggunakan 3 jenis transmitter dengan parameter berbeda-beda yang merupakan keluaran dari beberapa produk diantaranya berikut.

#### 1. *Temperature Transmitter*



**Gambar 2.6** Sitrans TH100 (Siemens, 2021)

Penggunaan dari transmitter ini diharuskan terpasang dengan RTD PT100 sebagai probe sensornya, dengan adanya PT100 hasil pembacaan berupa hambatan (resistansi) akan diubah menjadi sinyal keluaran berupa 4-20 mA untuk dapat diterima oleh PLC Siemens S7-1200. Alasan pemilihan dari sensor RTD untuk sistem konversinya lebih mudah dibandingkan dengan penggunaan sensor thermocouple karena dari pengukurannya sensor menggunakan prinsip hambatan atau resistansi sehingga untuk perbandingan pembacaan dapat dilakukan dengan menggunakan multimeter dan hasil pembacaannya dilihat pada tabel pembacaan RTD yang sudah ada, serta umumnya RTD digunakan dalam rentang suhu yang lebih terbatas, biasanya dari -200°C hingga sekitar 600°C sedangkan untuk thermocouple memiliki rentang suhu yang lebih luas sehingga pada proses produksi pada pabrik gula ini tidak membutuhkan rentang temperature ekstrem, RTD sudah cukup memadai. Pada sistem transmitter ini memiliki system yang cukup sederhana hanya menggunakan 2 wire dengan masing-masing terhubung pada power tegangan (+) dan input analog PLC (-), dari kedua wiring tersebut maka akan dapat menampilkan pembacaan temperatur yang akan diukur.



**Gambar 2.7** Diagram Alir Proses Pembacaan Sensor *Temperature*

**Tabel 2.2** *Datasheet Temperature Transmitter* (Siemens, 2021)

Parameter	Spesifikasi
Model	SITRANS TH100
Input	RTD (Resistance Temperature Detector)
Supported RTD Types	Pt100, Pt500, Pt1000
Measuring Range	-200 °C to +850 °C
Power Supply	8 to 35 V DC
Ambient Temperature Range	-40 °C to +85 °C
Connection Type	2-wire

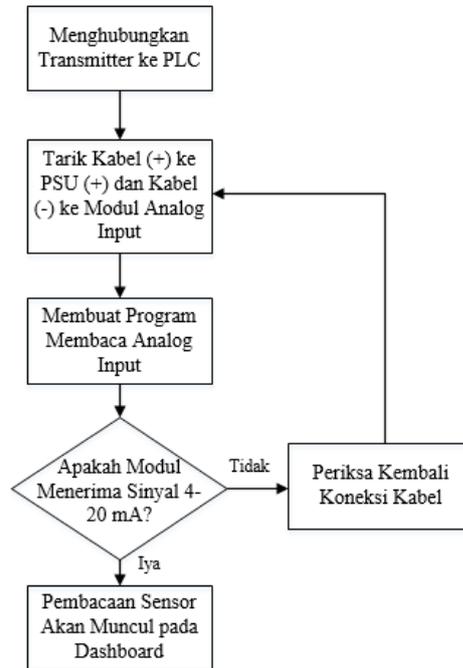
## 2. *Pressure Transmitter*



**Gambar 2.8** Wika Model A-10 Tipe *Pressure* (Wika data sheet, 2022)

Pembacaan dari sensor ini berdasarkan gaya tekan atau dorong yang diakibatkan oleh tekanan eksternal dan kemudian akan mendorong elemen strain gauge yang akan mengalami perubahan resistansi listrik. Pada proses perubahan resistansi ini kemudian akan diubah menjadi sinyal listrik yang

sesuai untuk mendapatkan sinyal keluaran berupa 4-20 mA sehingga dapat diterima oleh PLC Siemens S7-1200 dan diubah menjadi besaran tekanan yang akan diukur.



**Gambar 2.9** Diagram Alir Proses Pembacaan Sensor *Pressure*

**Tabel 2.3** Datasheet *Pressure Transmitter* (Wika data sheet, 2022)

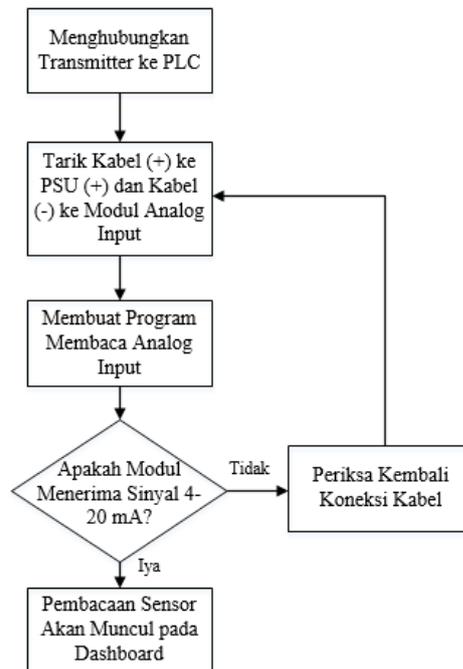
Parameter	Spesifikasi
Model	WIKA A-10
Pressure Range	0 - 10 bar
Power Supply	8 to 30 V DC (for 4-20 mA output)
Temperature Range	- Medium: -30 °C to +100 °C - Ambient: -30 °C to +80 °C - Storage: -40 °C to +100 °C
Connection Type	2-wire

### 3. *Pressure Vacuum Transmitter*



**Gambar 2.10** Wika Model A-10 Tipe *Vacuum Pressure* (Wika data sheet, 2022)

Pembacaan dari sensor ini berdasarkan gaya hisap atau tarikan yang diakibatkan oleh tekanan eksternal yang menarik elemen strain gauge dan kemudian akan mengalami perubahan resistansi listrik. Pada proses perubahan resistansi ini kemudian akan diubah menjadi sinyal listrik yang sesuai untuk mendapatkan sinyal keluaran berupa 4-20 mA sehingga dapat diterima oleh PLC Siemens S7-1200 dan diubah menjadi besaran tekanan hisap (*vacuum*) yang akan diukur.



**Gambar 2.11** Diagram Alir Proses Pembacaan Sensor *Pressure Vacuum*

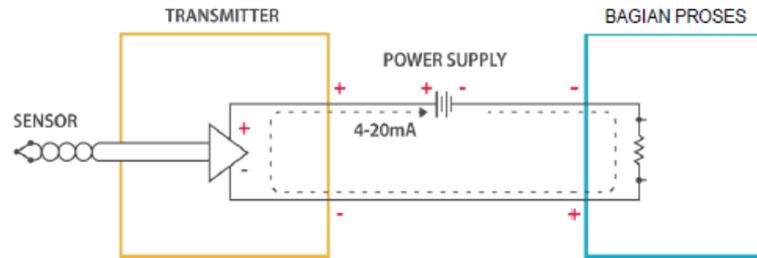
**Tabel 2.4** *Datasheet Vacuum Pressure Transmitter* (Wika data sheet, 2022)

Parameter	Spesifikasi
Model	WIKA A-10
Pressure Range	0 - 10 bar
Power Supply	8 to 30 V DC (for 4-20 mA output)
Temperature Range	- Medium: -30 °C to +100 °C
	- Ambient: -30 °C to +80 °C
	- Storage: -40 °C to +100 °C
Connection Type	2-wire

### 2.2.2 Proses Pengolahan Sinyal

Proses pengolahan sinyal dari sebuah sensor transmitter melibatkan serangkaian tahapan untuk mengubah fenomena fisik atau kimia menjadi data yang akurat dan dapat diandalkan. Dimulai dengan deteksi sinyal oleh sensor yang mengubah perubahan fisik seperti suhu atau tekanan menjadi sinyal listrik, proses

ini dilanjutkan dengan kondisioning sinyal untuk memperkuat, menyaring, dan mengkonversi sinyal agar sesuai untuk pemrosesan lebih lanjut. Sinyal analog kemudian didigitalisasi menggunakan konverter analog-ke-digital (ADC).



**Gambar 2.12** Prinsip sistem transmisi 4-20 mA (Djokorayono et al., 2019)

Sinyal yang telah diolah kemudian ditransmisikan melalui berbagai media seperti kabel dan akhirnya diterima dan diolah kembali di sisi penerima untuk interpretasi dan penggunaan lebih lanjut. Sebagai contoh dalam pengaplikasian konversi sinyal yang digunakan pada penelitian menggunakan sinyal 4-20 mA seperti gambar 2.12 di atas sistem transmisi sinyal ini bekerja dengan mengirimkan besaran sinyal menggunakan arus listrik searah (DC) dalam rentang 4 hingga 20 mA, yang merepresentasikan 0 hingga 100% dari amplitudo sinyal.

### 2.2.3 Dashboard Pembacaan Sensor

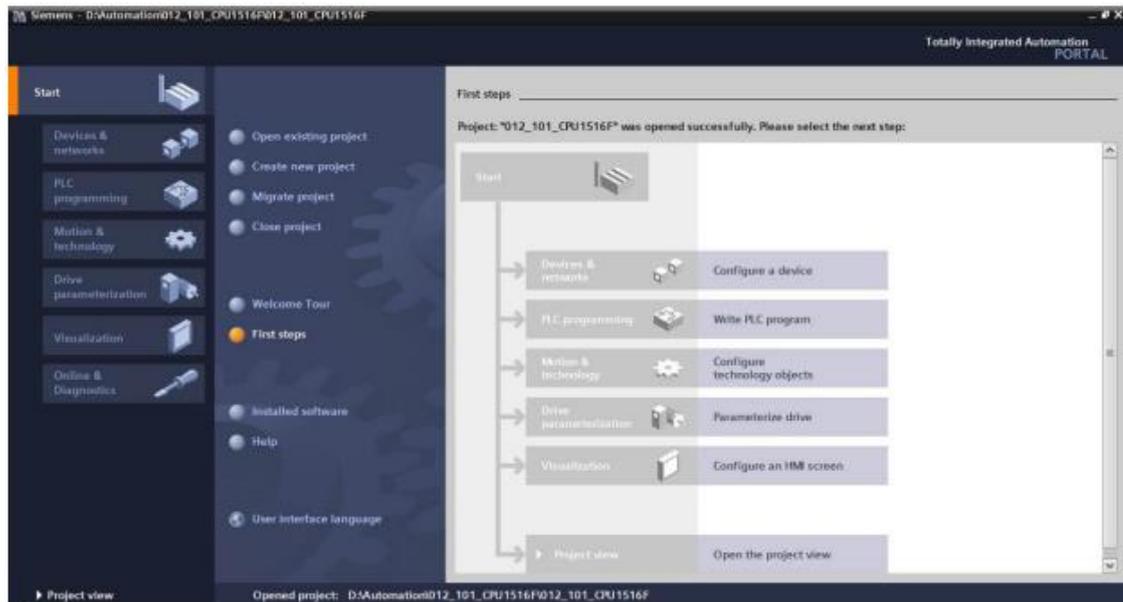
TIA Portal merupakan sebuah platform yang digunakan untuk memprogram berbagai perangkat otomasi, seperti PLC (*Programmable Logic Controller*), *Driver*, HMI (*Human-Machine Interface*), dan SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Dengan TIA Portal, pengguna dapat melakukan berbagai perintah pemrograman otomasi secara efisien dan terperinci. Didalam TIA Portal berisikan beberapa perangkat lunak yang di antaranya meliputi:

a) *Step 7 Professional*

Perangkat lunak ini digunakan untuk memprogram PLC dan merupakan bagian integral dari TIA Portal.

b) *Win CC Basic/Advance/Professional*

Menyediakan fungsionalitas HMI dan SCADA, dengan pilihan berbeda seperti *Basic*, *Advance*, dan *Professional* sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.



**Gambar 2.13** TIA Portal View (Siemens, 2019)

TIA Portal memiliki peran utama dalam meningkatkan efisiensi proses otomatisasi dengan menyediakan semua fungsi yang diperlukan dalam satu perangkat lunak (Maharddhika, 2020) . Berikut adalah beberapa fungsi utama di dalam TIA Portal:

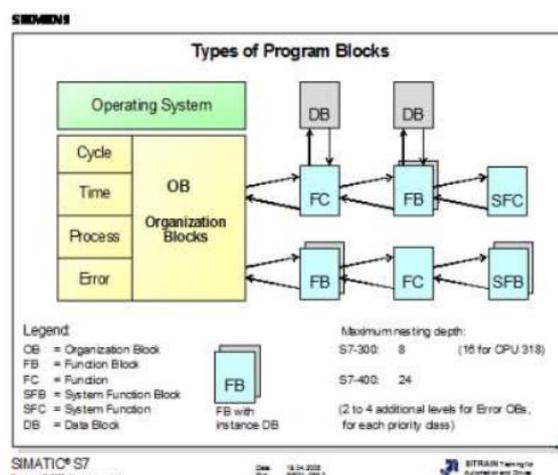
- a) Konfigurasi jaringan, *driver*, dan I/O.
- b) Pemrograman PLC.
- c) Pemrograman untuk *fail safety*.
- d) Desain HMI.
- e) Simulasi Plant.
- f) Manajemen Data.
- g) *Online diagnostics*.

### 2.2.3.1 Step 7 Professional

*Step 7 Professional* adalah perangkat lunak dari Siemens yang digunakan untuk memprogram PLC Siemens. Dalam Step 7 Professional, pengguna dapat bekerja dengan berbagai jenis Blok, di mana program yang dibuat terhubung dengan data yang disimpan. Program dapat diatur ke dalam Blok-Blok yang berbeda. Berikut adalah beberapa jenis Blok program yang dapat digunakan dalam Step 7 Professional:

- a) *Organization Block (OB)*  
OB adalah *interface* yang berada di antara sistem operasi dan program pengguna. Dalam OB, seluruh program dapat disimpan dan ada opsi untuk memisahkan dan menyimpan program dalam beberapa blok. Dengan kata lain, OB berperan sebagai tempat penyimpanan utama yang diakses oleh sistem operasi.

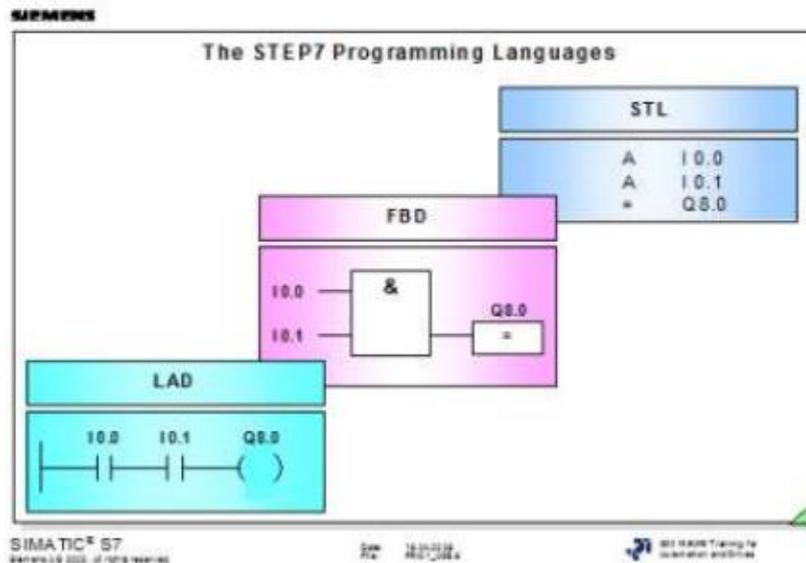
- b) *Function (FC)*  
 FC adalah bagian dari program pengguna yang memiliki tujuan fungsional spesifik. Ini memungkinkan pembuatan program fungsi yang kompleks, di mana parameter dapat ditugaskan untuk menghasilkan *output* yang diinginkan. Fungsi ini sangat berguna untuk pemrograman yang melibatkan tugas berulang dan fungsi-fungsi kompleks, seperti perhitungan kalkulasi.
- c) *System Function (SFC)*  
 SFC adalah integrasi fungsi yang dapat dimasukkan parameter di dalam sistem operasi CPU. Dengan kata lain, SFC memungkinkan pengguna untuk menggabungkan dan mengelola fungsi-fungsi yang dapat ditetapkan parameter secara efektif di dalam inti sistem operasi CPU.
- d) *Function Block (FB)*  
 FB adalah bagian dari program yang memiliki area memori sendiri dalam bentuk data blok. *Function Block* ini biasanya digunakan untuk pemrograman yang melibatkan tugas terulang dan fungsi fungsional tertentu, seperti *PID Control*.
- e) *System Function Block (SFB)*  
 SFB adalah bagian program yang sudah memiliki fungsi dan kemampuan tertentu di dalam sistem operasi CPU. Dalam SFB, pengguna dapat mengatur parameter sesuai kebutuhan, namun fungsi dan kemampuan dari blok tersebut sudah ditetapkan sebelumnya.
- f) *Data Block (DB)*  
 DB adalah area di dalam user program yang digunakan untuk menyimpan data secara terstruktur. Dalam DB, data dari pengguna diatur dengan tata letak yang terstruktur, memudahkan pengelolaan dan akses data. DB berfungsi sebagai tempat penyimpanan yang dapat diakses oleh program pengguna, memungkinkan struktur yang terorganisir untuk menyimpan dan mengelola informasi yang diperlukan dalam suatu proyek atau aplikasi.



**Gambar 2.14** Tipe Program Blok Pada TIA Portal (Siemens AG, 2019)

Terdapat beberapa pilihan bahasa pemrograman yang dapat dipilih pada Step 7 untuk menyesuaikan kebutuhan yang akan dibuat, yaitu:

- a) *Ladder Diagram* (LAD)
- b) *Statement List* (STL)
- c) *Function Blok Diagram* (FBD)



**Gambar 2.15** Bahasa Pemrograman pada Step 7 (Siemens AG, 2019)

### 2.2.3.2 Pembacaan Sensor

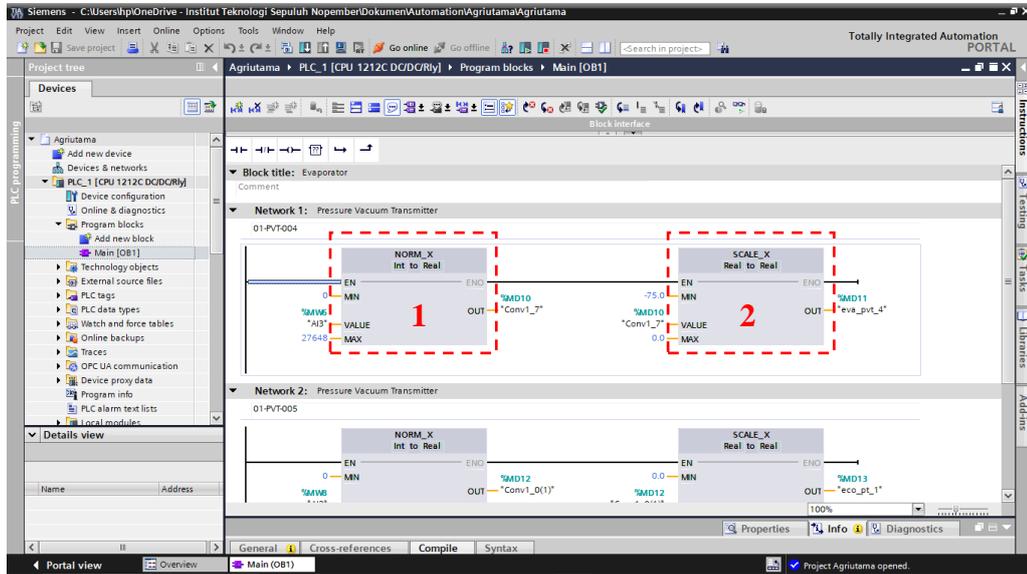
#### a) Mekanisme Input Sinyal Sensor



**Gambar 2.16** Mekanisme Input Sinyal Sensor

Cara kerja sinyal input dari sensor berupa mA yang masuk ke modul analog input PLC dan kemudian dikirimkan ke PLC Siemens S7-1200 melibatkan beberapa langkah. Sinyal analog dari sensor, berupa 4-20 mA, dikirim melalui kabel menuju terminal input modul analog PLC. Modul ini menerima sinyal mA dan mengkondisikannya untuk memastikan sinyal tersebut bebas dari gangguan dan noise. Kemudian, sinyal analog dikonversi menjadi sinyal digital menggunakan konverter analog-ke-digital (ADC) yang terdapat dalam modul. Data digital yang dihasilkan dikirimkan melalui bus internal PLC ke CPU PLC. PLC kemudian membaca data ini, menginterpretasikannya, dan menjalankan logika kontrol yang telah diprogram untuk memproses data tersebut.

## b) Mekanisme Pembacaan Sensor pada Pemrograman PLC



**Gambar 2.17** Tampilan Dashboard TIA Portal

Dalam pemrograman PLC Siemens S7-1200 menggunakan ladder *logic*, pemrosesan sinyal analog ini melibatkan normalisasi (NORM\_X) dan skala (SCALE\_X) dari nilai analog yang dibaca. Ini berguna untuk mengonversi sinyal mentah menjadi nilai yang dapat digunakan dalam menentukan parameter yang ingin diukur seperti *temperature*, *pressure*, dan *pressure vacuum*. Berikut ini adalah fungsi dalam ladder diagram tersebut:

### 1. Normalisasi (NORM\_X)

Normalisasi adalah proses mengonversi nilai analog mentah dari sensor menjadi nilai antara 0 dan 1. Ini berguna untuk memastikan bahwa nilai berada dalam rentang yang dapat diprediksi dan lebih mudah diproses.

Proses :

- Membaca nilai dari analog input.
- Menentukan rentang maksimum dan minimum dari nilai analog yang dibaca. Misalnya, untuk sinyal 0-10V atau sinyal 4-20 mA, nilai analog akan berada dalam rentang 0-27648.
- Perhitungannya :

$$NORM\_X = \frac{\text{Nilai Analog} - \text{Minimal Nilai}}{\text{Maksimal Nilai} - \text{Minimal Nilai}}$$

### 2. Skala (SCALE\_X)

Setelah nilai dinormalisasi dilakukan *scaling* ke rentang yang diinginkan, seperti *temperature* dalam derajat Celsius atau tekanan dalam bar.

Proses :

- Menentukan rentang target untuk nilai yang dinormalisasi. Misalnya, jika *temperature* berkisar dari 0°C hingga 200°C.

- Perhitungan :

$$SCALE\_X = (NORM\_X \times (Target\ Maks - Target\ Min) + Target\ Min)$$

#### 2.2.4 Karakteristik Statik (Akurasi)

Karakteristik statik sensor mengacu pada sifat-sifat sensor yang dapat diukur dan dianalisis saat input fisik dalam kondisi tetap atau tidak berubah. Karakteristik ini memberikan gambaran mengenai kinerja sensor dalam keadaan stabil dan sering digunakan untuk menilai akurasi sensor. Salah satu karakteristik statik yang penting untuk diketahui adalah akurasi, Akurasi adalah perbedaan antara nilai yang diukur oleh sensor dan nilai sebenarnya dari besaran fisik yang diukur. Akurasi menggambarkan sejauh mana hasil pengukuran sensor mendekati nilai sebenarnya. Akurasi biasanya dinyatakan sebagai  $\pm$  nilai tertentu atau dalam bentuk persentase dari rentang penuh (Saptadi, n.d.).

Berikut adalah beberapa rumus yang sesuai untuk menghitung akurasi pada penggunaan sensor transmitter pada penelitian ini:

$$Koreksi = |Nilai\ yang\ diukur - Nilai\ sebenarnya|$$

$$Nilai\ Rata - Rata\ Error = \left( \frac{Koreksi}{Validator} \times 100\% \right)$$

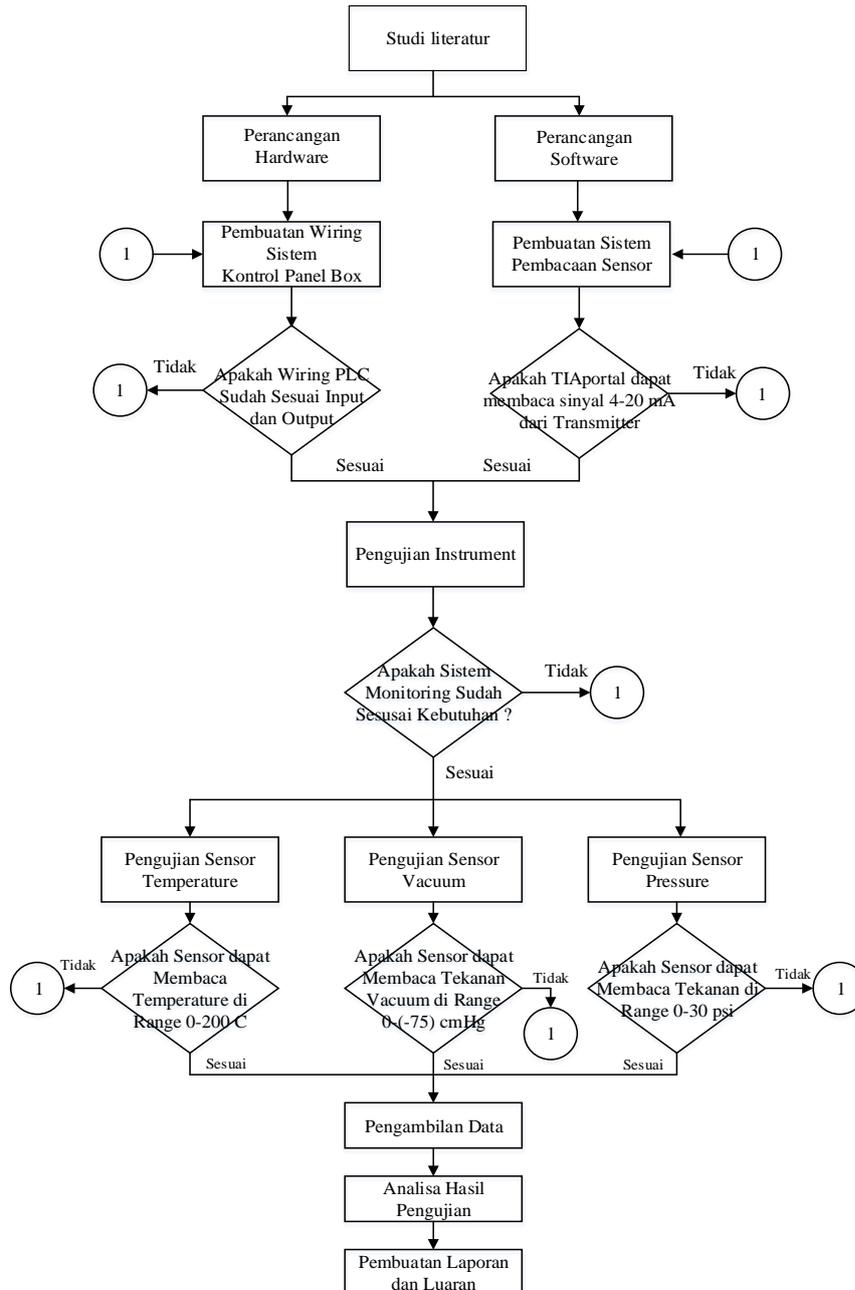
$$Akurasi = 100 - \left( \frac{\sum\ Nilai\ rata - rata\ error}{N} \right)$$

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 3 METODOLOGI

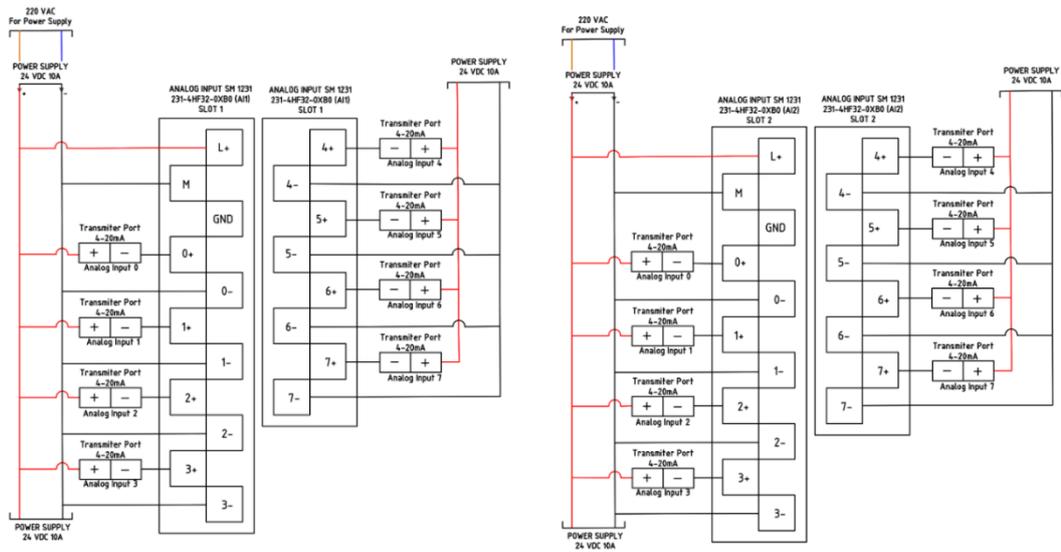
### 3.1 Metode

Metode yang digunakan pada penelitian tentang Pengembangan Instrumentasi Untuk Sistem *Monitoring* pada Pabrik *Mini Sweetener* Sorgum CV Agriutama Jombang Berbasis PLC Siemens S7-1200 dapat dilihat pada Gambar 3.1 diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian



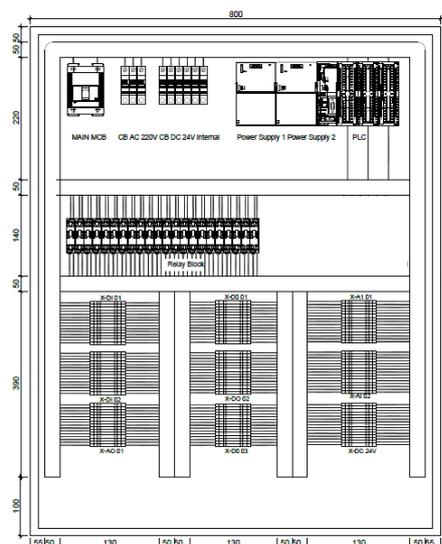


**Gambar 3.3** Desain *Wiring* Analog Input Menuju PLC

Gambar 3.3 diatas yang merupakan desain wiring sistem monitoring untuk dapat menerima sinyal analog dari setiap transmitter yang akan dipasangkan pada unit proses. Berdasarkan tabel 3.8 dan 3.9, dapat diketahui list kebutuhan untuk setiap analog input dari transmitter yang akan dihubungkan menuju PLC. Setelah semua kabel terhubung, periksa kembali setiap koneksi untuk memastikan tidak ada kabel yang longgar atau salah sambung.

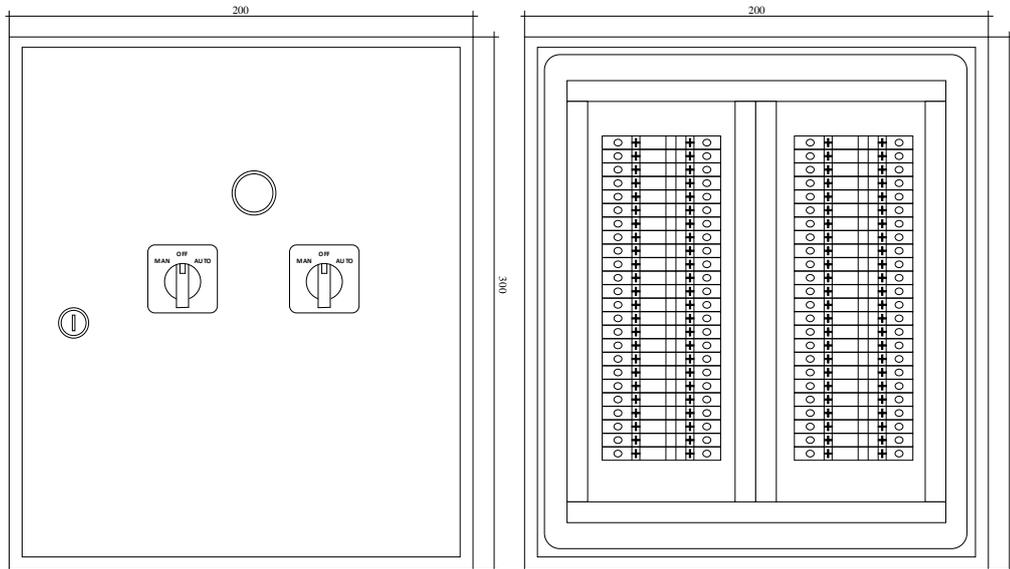
### 3.2.2 Desain Panel Box

Adapun bentuk dari desain komponen *panel box* yang akan digunakan pada penelitian ini yang merujuk pada modul-modul yang tertera pada Tabel 3.6 untuk dapat dirangkai seperti gambar berikut.



**Gambar 3.4** Desain Tampak Dalam Panel Box Kontroler

Gambar diatas merupakan desain *panel box* utama untuk sistem *monitoring* merupakan aspek kunci dalam mendukung kehandalan dan efisiensi operasional suatu sistem. Desain ini memastikan integrasi yang tepat antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).



**Gambar 3.5** Desain Tampak Luar dan Dalam Panel *Junction Box*

Gambar diatas yang merupakan desain panel *junction box* adalah salah satu komponen penting dalam suatu sistem monitoring yang berfungsi sebagai titik koneksi utama untuk sensor-sensor yang tersebar pada plant. Desain panel *junction box* ini diintegrasikan secara langsung dengan panel box utama untuk memastikan kemudahan pengecekan sinyal pembacaan dari sensor.

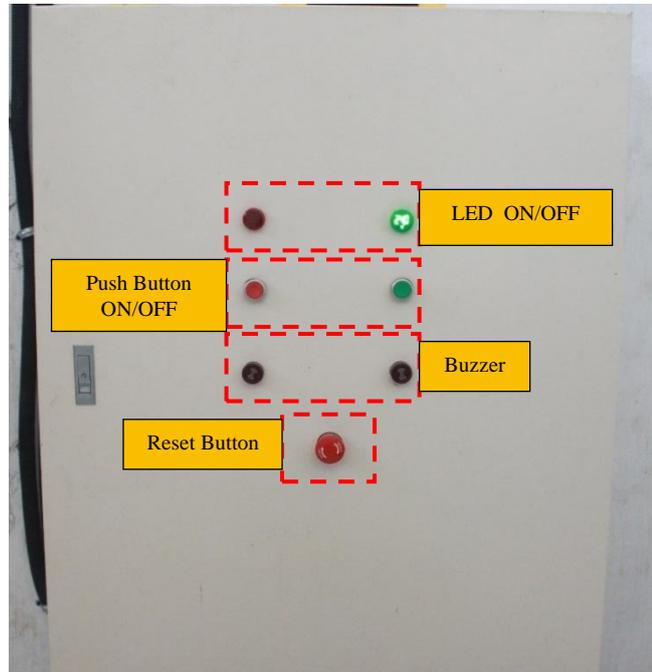
### 3.3 Pembuatan *Hardware* Sistem Kontrol Panel Box

Pembuatan dari hardware untuk sistem kontrol panel box yang berdasarkan dari perancangan desain yang sudah dibuat sebelumnya berupa desain panel box kontroler dan panel *junction box*. Proses pengerjaan yang memakan waktu kurang lebih satu bulan, mulai pengadaan dan merangkai keseluruhan komponen. Semua komponen dipasangkan pada panel box yang terpasang DIN rail sebagai tatakan agar mempermudah pemasangan dan pelepasan dari setiap komponen yang ada. Dengan hasil bentuk rangkaian hardware untuk sistem kontrol panel box sebagai berikut.

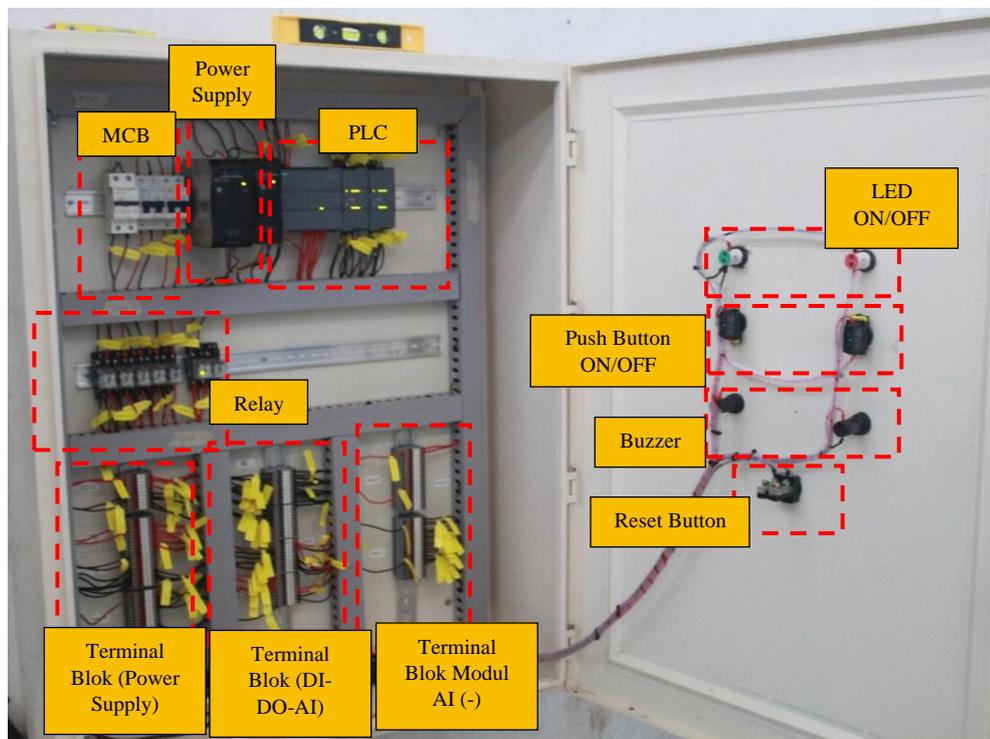
#### 3.3.1 Hasil Pembuatan Panel Box Kontroler

Hasil dari perancangan sebelumnya yang diimplementasikan dalam pembuatan panel box kontroler berikut untuk proses monitoring yang dilakukan pada pabrik gula CV Agriutama Jombang. Panel box yang digunakan berukuran 100x80x30 cm yang dipasangkan didalam pabrik sebagai tempat menampung berbagai macam komponen dan mendistribusikan sinyal untuk pembacaan dari setiap transmitter yang terpasang guna dibaca oleh kontroler yaitu PLC Siemens

S7-1200. Berikut pada Gambar 3.7 yang merupakan tampilan luar dari panel box kontroler yang dalam pemasangannya sudah dipastikan sejajar dengan menggunakan alat ukur water pass sehingga panel box tidak tampak miring. Dengan tampilan luar dari panel box dipasangkan sejumlah pilot lamp ON-OFF, push button ON-OFF, buzzer ON-OFF, dan reset button satu buah



**Gambar 3.6** Tampak Luar Panel Box Kontroler



**Gambar 3.7** Tampak Dalam Panel Box Kontroler

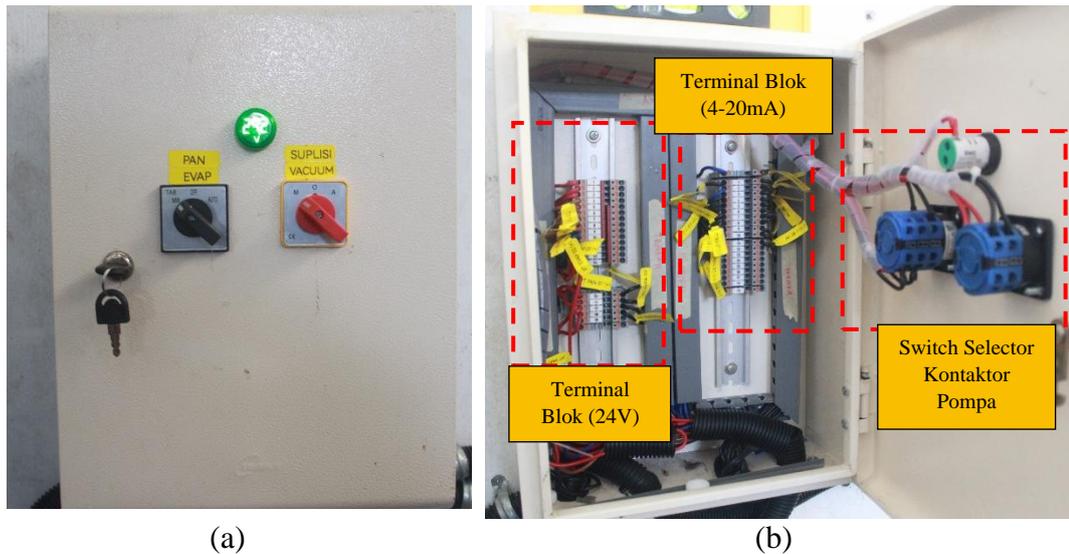
Pada gambar 3.8 diatas yang merupakan tampak dalam dari panel box kontroler yang berisi komponen utama yang digunakan sebagai *main control* pada sistem monitoring ini adalah PLC Siemens S7-1200 yang dihubungkan dengan dua buah modul analog input dengan jumlah total input sebanyak 16 buah dan yang difungsikan sebanyak 11 buah dan 5 sebagai spare. Modul relay sebanyak 7 buah dengan 1 digunakan sebagai spare untuk digunakan sebagai kontaktor penghubung antara PLC dan modul digital output (pilot lamp, push button, dan buzzer) serta motor pompa. Terminal blok untuk power supply sebagai penghubung (jumper) kepada semua modul yang membutuhkan sumber tegangan 24 VDC (+) atau (-). Terminal blok untuk modul DI (Digital Input), DO (Digital Output), dan AI (Analog Input) sebagai penghubung antara semua komponen yang terhubung langsung kepada PLC dan Modul Analog Input agar mempermudah proses wiring dari panel box kontroler. Terminal blok modul AI (Analog Input) yang difungsikan sebagai penghubung supply voltage (+) dari modul analog input dan penghubung setiap wiring dari pembacaan untuk setiap transmitter yang masuk ke modul membutuhkan jumper menuju supply voltage (-). Berikut merupakan rincian jumlah dari setiap komponen yang terpasang pada panel box kontroler diatas.

**Tabel 3.1** Jumlah Komponen Didalam Panel Box Kontroler

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah</b>
PLC Siemens S7-1200	1 Buah
Modul Analog Input	2 Buah
MCB AC	1 Buah
MCB DC	2 Buah
Power Supply (5A - 10A)	2 Buah
Relay	7 Buah
Terminal Blok (Power Supply)	50 Buah
Terminal Blok (DI-DO-AI)	40 Buah
Terminal Blok Modul rx-tx AI	40 Buah
Pilot Lamp	2 Buah
Push Button	2 Buah
Buzzer	2 Buah
Reset Button	1 Buah

### 3.3.2 Hasil pembuatan Panel Junction Box

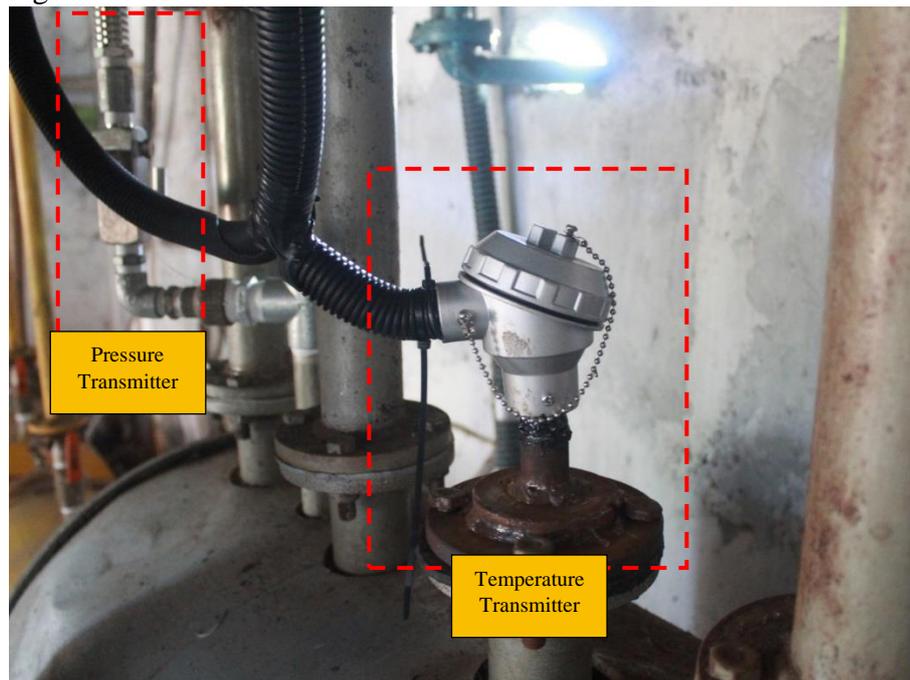
Hasil dari pembuatan untuk panel junction box pada gambar 3.9 dibawah ini yang digunakan sebagai penghubung dari transmitter dan panel box guna mempermudah tracking apabila terjadi masalah pada proses wiring dari setiap transmitter. Panel berisikan terminal blok untuk supply voltage 24 VDC untuk sumber tegangan dari setiap transmitter yang terpasang. Terminal blok (4-20 mA) sebagai penghubung pembacaan sinyal oleh transmitter kepada PLC. Terdapat penambahan berupa selector switch untuk mengatur nyala dari motor pompa secara otomatis atau manual.



**Gambar 3.8** Panel Junction Box Tampak Luar (a) & Tampak Dalam (b)

### 3.3.3 Hasil Pemasangan Sensor

- Tangki Kettle Header



**Gambar 3.9** Sensor Transmitter Pada Tangki Kettle Header

Pada gambar 3.11 yang merupakan hasil pembuatan dari perancangan untuk pemasangan sensor transmitter pada tangki kettle header yang bekerja sebagai pendistribusi steam ke semua proses produksi, dengan penempatan dua buah parameter pengukuran berupa temperature dan pressure. Temperature yang dipasangkan menggunakan temperature transmitter Sitrans TH100 yang tersambung dengan RTD PT100 dengan range pengukuran sebesar 0-600°C. Kemudian untuk parameter pressure menggunakan pressure transmitter WIKA A-10 dengan range pengukuran 0-10 bar, dikarenakan pada

tangki header ini temperature yang dihasilkan sebesar kurang lebih 100°C maka untuk menghindari kerusakan komponen pada transmitter dipasangkan sebuah konektor cooling tower untuk menurunkan temperature yang masuk kedalam pressure transmitter tersebut. Pada pemasangan kedua transmitter tersebut menggunakan ukuran drat ulir ½” NPT yang dipasangkan menggunakan seal tape untuk menghindari terjadinya kebocoran nantinya. Dengan menghubungkan wiring transmitter 2-wire yang mana satu sebagai supply voltage dan satunya sebagai penghantar sinyal 4-20 mA.

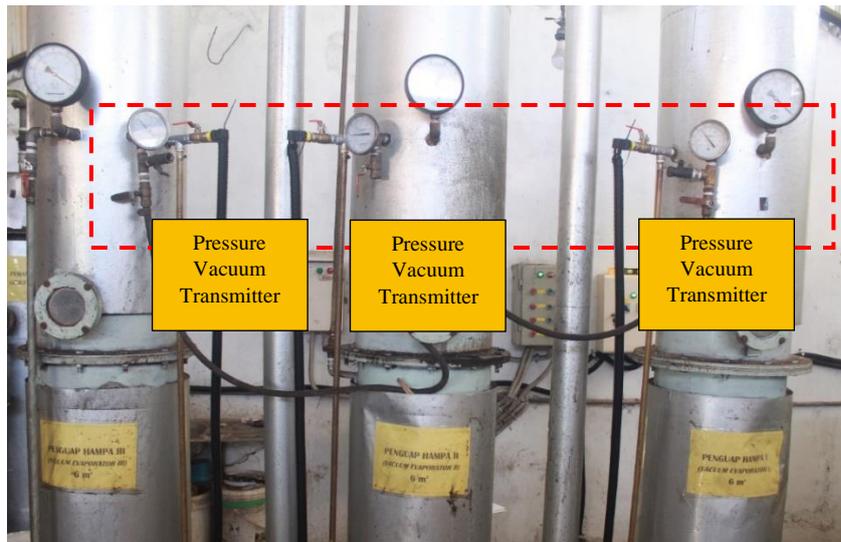
- Tangki Pemanas Nira



**Gambar 3.10** Sensor Pada Tangki Pemanas Nira

Pada gambar 3.12 yang merupakan hasil pembuatan dari perancangan untuk pemasangan sensor transmitter pada tangki pemanas nira yang bekerja memanaskan nira untuk proses awal, dengan penempatan dua buah transmitter yaitu temperature transmitter. Temperature yang dipasangkan menggunakan temperature transmitter Sitrans TH100 yang tersambung dengan RTD PT100 dengan range pengukuran sebesar 0-200 °C . Pada pemasangan kedua transmitter tersebut menggunakan ukuran drat ulir ½” NPT yang dipasangkan menggunakan seal tape untuk menghindari terjadinya kebocoran nantinya. Dengan menghubungkan wiring transmitter 2-wire yang mana satu sebagai supply voltage dan satunya sebagai penghantar sinyal 4-20 mA.

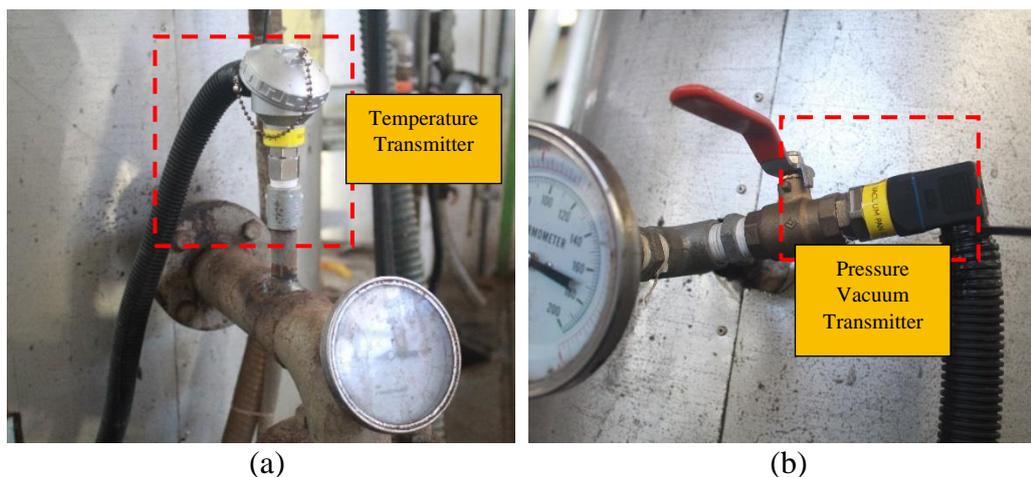
- Tangki Evaporator



**Gambar 3.11** Sensor Pada Tangki Evaporator

Pada gambar 3.13 yang merupakan hasil pembuatan dari perancangan untuk pemasangan sensor transmitter pada tangki evaporator yang bekerja memvakum hasil pemanasan nira untuk mengurangi kadar air pada nira tersebut, dengan penempatan tiga buah transmitter yaitu pressure vacuum transmitter. pressure vacuum transmitter yang dipasangkan menggunakan pressure vacuum transmitter WIKA A-10 dengan range pengukuran sebesar 0-(-1) bar (0-(-75)cmHg). Pada pemasangan kedua transmitter tersebut menggunakan ukuran drat ulir ½” NPT yang dipasangkan menggunakan seal tape untuk menghindari terjadinya kebocoran nantinya. Dengan menghubungkan wiring transmitter 2-wire yang mana satu sebagai supply voltage dan satunya sebagai penghantar sinyal 4-20 mA.

- Tangki Pan Masakan



**Gambar 3.12** Sensor Temperature (a) & Pressure Vacuum (b) Transmitter Pada Tangki Pan Masakan Nira

Pada gambar 3.14 yang merupakan hasil pembuatan dari perancangan untuk pemasangan sensor transmitter pada tangki pan masakan yang bekerja memanaskan dan memvakum hasil proses nira dari proses sebelumnya untuk mengurangi kadar air lebih lanjut pada nira tersebut, dengan penempatan dua jenis transmitter yaitu temperature sebanyak 2 buah dan pressure vacuum transmitter sebanyak 2 buah. Temperature yang dipasangkan menggunakan temperature transmitter Sitrans TH100 yang tersambung dengan RTD PT100 dengan range pengukuran sebesar 0-200°C. Pressure vacuum transmitter yang dipasangkan menggunakan pressure vacuum transmitter WIKA A-10 dengan range pengukuran sebesar 0-(-1) bar (0-(-75)cmHg). Pada pemasangan kedua transmitter tersebut menggunakan ukuran drat ulir ½” NPT yang dipasangkan menggunakan seal tape untuk menghindari terjadinya kebocoran nantinya. Dengan menghubungkan wiring transmitter 2-wire yang mana satu sebagai supply voltage dan satunya sebagai penghantar sinyal 4-20 mA.

### 3.4 Perancangan Software Sistem *Monitoring*

#### 3.4.1 PLC Siemens S7-1200 I/O List

Dalam merancang perangkat lunak (*software*) untuk sistem *monitoring*, pemilihan dan pemahaman pemetaan nilai kebutuhan *input* dan *output* (I/O) sangat penting. Dengan memenuhi kebutuhan ini, perancangan *software* dapat berfungsi dengan efektif, menyajikan data dengan akurat dan memberikan tampilan *interface* yang *user-friendly*. Berikut adalah beberapa tabel mengenai kebutuhan list *input* dan *output* PLC Siemens S7-1200 yang digunakan untuk rancangan *software* sistem *monitoring*:

**Tabel 3.2** List *Digital Input* PLC Siemens S7-1200

DI-01			
<i>Channel</i>	<i>Tag</i>	<i>Deskripsi</i>	<i>Address</i>
CH-00	01-DI-001_ON	<i>System On Command</i>	%I0.0
CH-01	01-DI-001_OFF	<i>System Off Command</i>	%I0.1
CH-02	01-DI-001_RST	<i>System Reset Command</i>	%I0.2

**Tabel 3.3** List *Digital Output* PLC Siemens S7-1200

DO-01			
<i>Channel</i>	<i>Tag</i>	<i>Deskripsi</i>	<i>Address</i>
CH-00	01-DO-001_STR	<i>System Start/Stop Indication</i>	%Q0.0
CH-01	02-DO-001_CP	<i>Contactor Pump 1</i>	%Q0.1
CH-02	02-DO-002_CP	<i>Contactor Pump 2</i>	%Q0.2
CH-03	02-DO-003_CP	<i>Contactor Pump 3</i>	%Q0.3

CH-04	02-DO-004_CP	<i>Contactor Pump 4</i>	%Q0.4
CH-05	03-DO-001_BZ	<i>Buzzer 1</i>	%Q0.5
CH-06	03-DO-002_BZ	<i>Buzzer 2</i>	%Q0.6

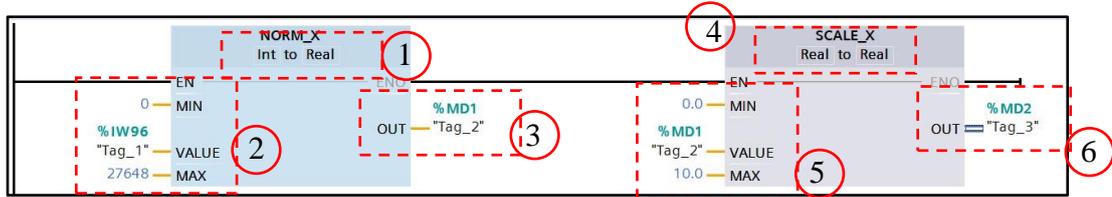
**Tabel 3.4** List Analog Input AI1 PLC Siemens S7-1200

<b>AI-01</b>			
<b>Channel</b>	<b>Tag</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Address</b>
CH-00	01-TT-001	Header Nira <i>Temperature Transmitter</i>	%IW.96
CH-01	01-PT-001	Header Nira <i>Pressure Transmitter</i>	%IW.98
CH-02	01-TT-002	Tangki Nira 1 <i>Temperature Transmitter</i>	%IW.100
CH-03	01-TT-003	Tangki Nira 2 <i>Temperature Transmitter</i>	%IW.102
CH-04	01-PVT-001	Evaporator 1 <i>Pressure Vacuum Transmitter</i>	%IW.104
CH-05	01-PVT-002	Evaporator 2 <i>Pressure Vacuum Transmitter</i>	%IW.106
CH-06	01-PVT-003	Evaporator 3 <i>Pressure Vacuum Transmitter</i>	%IW.108
CH-07	01-TT-004	Tangki Pan 1 <i>Temperature Transmitter</i>	%IW.110

**Tabel 3.5** List Analog Input AI2 PLC Siemens S7-1200

<b>AI-02</b>			
<b>Channel</b>	<b>Tag</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Address</b>
CH-00	01-TT-005	Tangki Pan 2 <i>Temperature Transmitter</i>	%IW.112
CH-01	01-PVT-004	Tangki Pan 1 <i>Pressure Vacuum Transmitter</i>	%IW.114
CH-02	01-PVT-005	Tangki Pan 2 <i>Pressure Vacuum Transmitter</i>	%IW.116
CH-03	05-SPR-001	<i>Spare 1 Analog Input</i>	%IW.118
CH-04	05-SPR-002	<i>Spare 2 Analog Input</i>	%IW.120
CH-05	05-SPR-003	<i>Spare 3 Analog Input</i>	%IW.122
CH-06	05-SPR-004	<i>Spare 4 Analog Input</i>	%IW.124
CH-07	05-SPR-005	<i>Spare 5 Analog Input</i>	%IW.126

### 3.4.2 Perancangan Program Sistem Monitoring



**Gambar 3.13** Pembuatan Program Sistem *Monitoring*

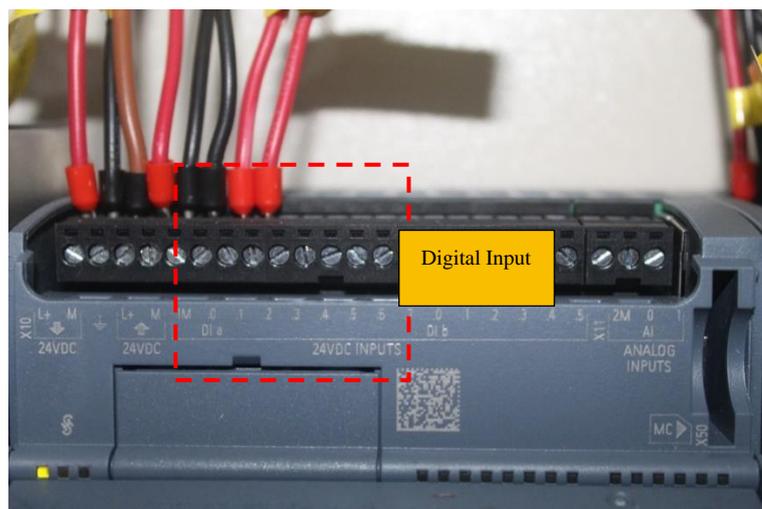
Dalam pembuatan program *software* menggunakan TIA (*Totally Integrated Automation*) Portal untuk membaca sinyal analog input pada pembacaan *transmitter*, dibutuhkan blok fungsi atau instruksi yang berisikan proses *scalling data*, dengan program NORM\_X untuk mengatur pembacaan sinyal 4-20 mA yang sudah diubah menjadi interger 0-27648 sehingga dari pembacaan program ini dapat dilakukan *scalling* lagi dengan *range* parameter dari satuan pembacaan *transmitter* melalui program SCALE\_X yang nantinya dapat terbaca keluaran dari *analog input* menjadi pembacaan sesungguhnya dari *transmitter* tersebut.

### 3.5 Pembuatan *Software* Sistem *Monitoring*

#### 3.5.1 List Input dan Output

Pada penggunaan PLC sebagai kontroler utama pada penelitian ini yang menggunakan PLC Siemens S7-1200 yang dihubungkan dengan modul analog input. Dengan menghubungkan semua komponen yang akan dipasangkan pada PLC, diharuskan menyamakan channel dan address yang dibuat nantinya supaya sistem akan dapat terintegrasikan secara berkesinambungan. Dengan rincian berupa pin digital input, pin digital output dan pin analog input.

- Pin Digital Input



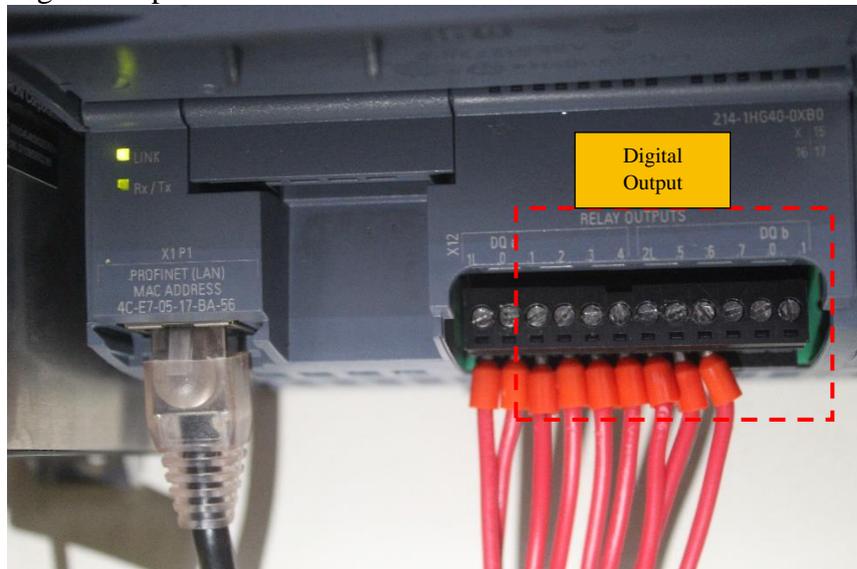
**Gambar 3.14** Channel Digital Input

Pada gambar 3.16 diatas yang merupakan pin digital input yang dirancang untuk menerima sinyal digital dari perangkat input eksternal. Sinyal ini berupa sinyal biner yang memiliki nilai 0 (mati) dan 1 (hidup), kemudian dari sinyal ini akan diolah oleh program yang dibuat oleh PLC. Pada penelitian ini pada pin digital input digunakan untuk menerima sinyal dari beberapa komponen digital input, antara lain:

**Tabel 3.6** List Channel Digital Input

Digital Input	Channel
Push Button ON	0.0
Push Button OFF	0.1
Reset Button	0.2

- Pin Digital Output



**Gambar 3.15** Channel Digital Output

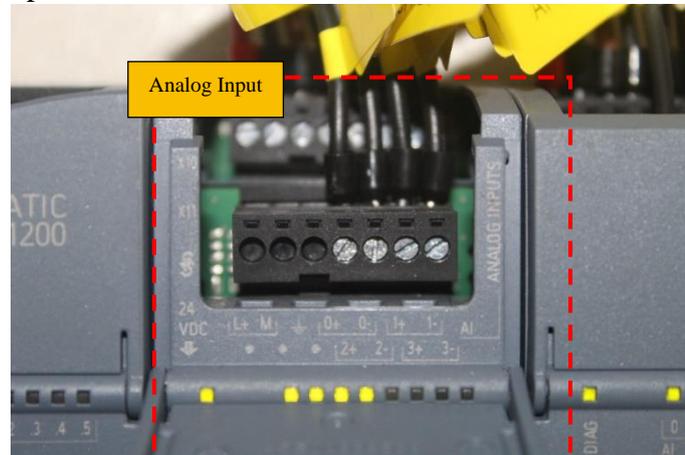
Pada gambar 3.17 diatas yang merupakan pin digital output yang dirancang untuk mengirimkan sinyal digital dari perangkat output eksternal. Sinyal ini berupa sinyal biner yang memiliki nilai 0 (mati) dan 1 (hidup), pin digital output ini bekerja dengan prinsip relay yang mengaktifkan atau menonaktifkan sebuah perangkat lain . Pada penelitian ini pada pin digital output digunakan untuk mengirimkan sinyal menuju komponen relay yang tersedia, antara lain:

**Tabel 3.7** List Channel Digital Output

Digital Output	Channel
Relay 1	0.0
Relay 2	0.1
Relay 3	0.2
Relay 4	0.3
Relay 5	0.4

Relay 6	0.5
Relay 7	0.6

- Pin Analog Input



**Gambar 3.16** Channel Analog Input

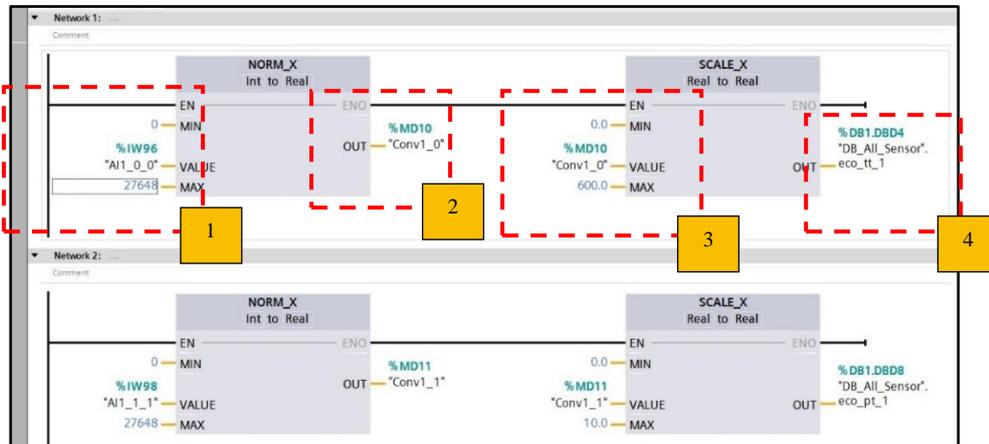
Pada gambar 3.17 di atas yang merupakan pin analog input yang dirancang untuk menerima sinyal analog dari perangkat sensor eksternal. Sinyal ini berupa sinyal kontinu yang memiliki rentang nilai tertentu, misalnya 0-10V atau 4-20mA. Pin analog input ini bekerja dengan prinsip konversi analog ke digital (ADC) yang mengubah sinyal analog menjadi nilai digital yang dapat diproses oleh PLC. Pada penelitian ini, pin analog input digunakan untuk menerima sinyal dari berbagai sensor yang tersedia, antara lain:

**Tabel 3.8** List Channel Analog Input

Analog Input	Channel
01-PT-001	0 (Modul 1)
01-TT-001	1 (Modul 1)
01-TT-002	2 (Modul 1)
01-TT-003	3 (Modul 1)
01-PVT-001	4 (Modul 1)
01-PVT-002	5 (Modul 1)
01-PVT-003	6 (Modul 1)
01-TT-004	7 (Modul 1)
01-PVT-004	0 (Modul 2)
01-TT-005	1 (Modul 2)
01-PVT-005	2 (Modul 2)
Spare 1	3 (Modul 2)
Spare 2	4 (Modul 2)
Spare 3	5 (Modul 2)
Spare 4	6 (Modul 2)
Spare 5	7 (Modul 2)

### 3.5.2 Ladder Diagram Pemrograman

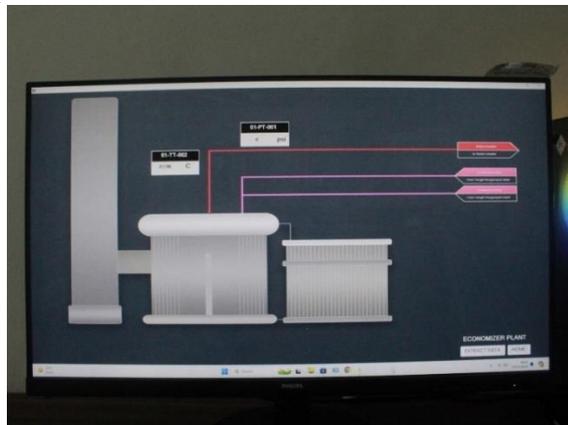
- Hasil Program Pembacaan Sensor



**Gambar 3.17** Ladder Diagram untuk Proses Kettle Header

Pada gambar 3.19 yang merupakan ladder diagram untuk proses pada kettle header yang memuat program untuk pembacaan satu buah *temperature transmitter* dan *pressure transmitter* dengan rincian program sebagai berikut.

1. Pembacaan nilai arus (mA), didapatkan dengan menghubungkan sinyal *output* transmitter kepada modul analog *input* PLC dan diubah kedalam bentuk interger 0-27648 sebagai bentuk sinyal 4-20mA.
  2. OUT NORM\_X, didapatkan dari membagi nilai yang terbaca pada *value* dengan maksimum interger yaitu 27648.
  3. *Scaling* pembacaan sensor, setelah didapatkan berapa nilai arus yang masuk dan diubah ke bentuk interger, sinyal akan di *scaling* dengan *range* pembacaan sensor tersebut.
  4. OUT SCALE\_X, didapatkan dari mengalikan nilai yang terbaca pada *value* dengan *range* sensor yaitu 600 untuk *temperature transmitter* 10 untuk *pressure transmitter*.
- Dashboard Tampilan Pembacaan Sensor



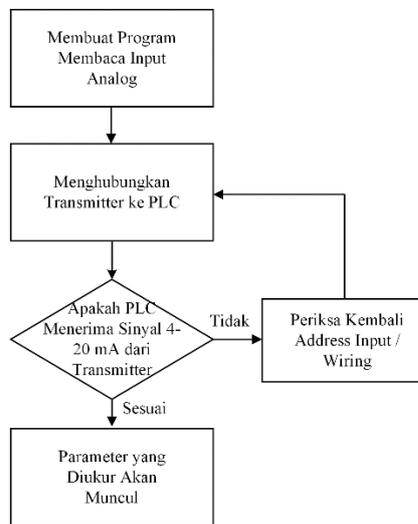
**Gambar 3. 18** Tampilan Dashboard pada sistem SCADA

Pada gambar 3.19 yang merupakan tampilan dari SCADA yang sudah dibuat, nantinya semua pembacaan yang dihasilkan oleh transmitter akan masuk ke setiap kolom yang berada pada masing-masing unit proses didalam SCADA. Sehingga nantinya pembacaan dari indikator lokal dapat masuk kedalam ruang kontrol untuk diamati proses produksinya secara jarak jauh.

### 3.6 Proses Pengujian *Instrument Monitoring*

#### 3.6.1 Rencana Pengujian *Instrument*

Pengujian terhadap beberapa *instrument* yang akan digunakan untuk sistem *monitoring* pada penelitian ini terhadap parameter yang akan diukur setelah dilakukan pemasangan pada unit proses di pabrik dengan diagram alir proses dan tabel pengujian sebagai berikut.



**Gambar 3.19** Diagram Alir Pengujian *Instrument*

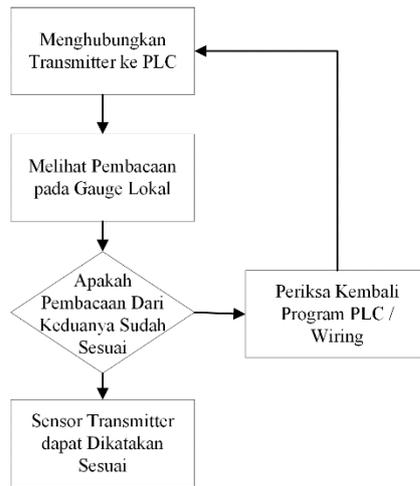
Pengujian sensor ketika dipasangkan pada pabrik setelah beroperasi, pada pengujian ini dimana dirasa semua kebutuhan *instrument* sensor yang ada sudah sesuai dengan pengukuran yang diinginkan, maka dilakukanlah pengujian pada saat pabrik beroperasi sesuai tabel pengujian berikut.

**Tabel 3.13** Rencana Pengujian Setelah Pemasangan Kondisi Pabrik Beroperasi

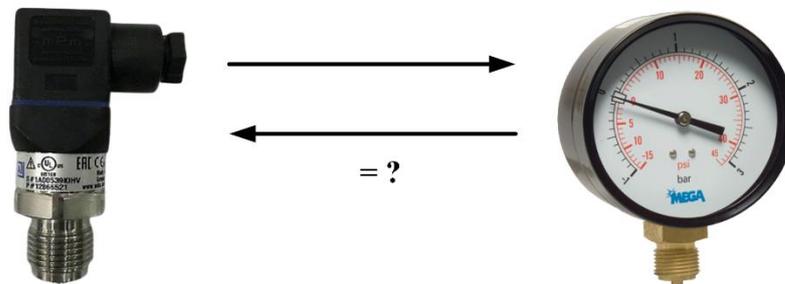
Parameter	Variasi Pengujian	Rencana / Hipotesa Hasil Tiap Parameter
<i>Temperature</i>	Kondisi Tangki Pemanas Nira dengan Temperatur 100°C	<b>99-101°C</b>
<i>Pressure</i>	Kondisi Tangki <i>Header</i> Nira dengan tekanan 3 bar (43.5 psi)	<b>42.5-44.5) bar</b>
<i>Pressure Vacuum</i>	Kondisi Tangki Pan Masakan Nira dengan tekanan hisap (-45 cmHg)	<b>(-46)-(-44) cmHg</b>

### A. Validasi dengan Besaran Fisis

Setelah dilakukan proses validasi dengan menggunakan multimeter untuk mengetahui nilai pembacaan dari keluaran *transmitter* berupa sinyal arus 4-20 mA, maka dapat melakukan validasi pembacaan sensor dengan membandingkan pembacaan dari setiap parameter pada pengukuran lokal menggunakan *gauge* di setiap tangki dengan pembacaan yang terbaca oleh PLC.



**Gambar 3.20** Diagram Alir Validasi *Transmitter* dengan *Gauge* Lokal



**Gambar 3.21** Proses Validasi Sensor dengan *Gauge* Lokal Sebagai Besaran Fisis

## 3.7 Proses Commissioning

### 3.7.1 Detail *Treatment* Proses Instalasi

#### 1. Instalasi Sensor



**Gambar 3.22** Instalasi Sensor

Pada pemasangan sensor *transmitter* ini dengan parameter yang digunakan yaitu *temperature*, *pressure*, dan *vacuum transmitter* memiliki detail *treatment* yang hampir sama untuk setiap sensor yang dipasangkan. Dengan proses instalasi yang mengutamakan pada ukuran *mounting* setiap pipa, memastikan sensor terpasang dengan kuat dan aman, serta memastikan pembacaan dari sensor tersebut sudah sesuai.

## 2. Instalasi Kabel



**Gambar 3.23** Instalasi Kabel

Pada pemasangan kabel yang dibutuhkan untuk menyambungkan setiap sensor yang terhubung dengan panel *junction box* dan juga panel kontroler utama akan dilakukan penarikan kabel dengan rata-rata setiap sensor membutuhkan 30 meter dengan dua buah kabel (+) untuk *supply voltage* dan kabel (-) untuk sinyal ditambah dengan kabel untuk wiring *panel box* kontroler sekitar 100 meter. Dengan total keseluruhan kebutuhan kabel yang digunakan untuk 11 unit transmitter yaitu 760 meter yang dipasangkan dengan kabel conduit untuk melindungi kabel tersebut.

## 3. Instalasi PLC pada *Panel Box* Kontroler



**Gambar 3.24** Instalasi PLC pada *Panel Box* Kontroler

Pada proses pemasangan untuk PLC Siemens S7-1200 pada *panel box* kontroler yang dihubungkan pada modul *analog input*, *power supply*, MCB, relay, dan *terminal block* terhubung menjadi satu didalam panel sehingga diperlukan adanya pemasangan *grounding* agar mencegah adanya kebocoran tegangan.

### 3.7.2 Justifikasi Pemasangan *Instrument*

Setelah dilakukan pembuatan *panel box* untuk kontroler yang nantinya akan dihubungkan menuju panel *junction box*, maka akan dilakukan pemasangan *instrument* yang dibutuhkan pada masing-masing unit proses yang ada dengan dilakukan justifikasi pemasangan *instrument* untuk memastikan kelayakan atau keamanan dari proses pemasangannya nanti dengan tabel *checklist* berikut.



**Gambar 3.25** Pemasangan *Instrument* pada Tangki *Header Kettle*

**Tabel 3.14** Justifikasi Pemasangan *Instrument* pada Tangki *Header Kettle*

<b>Tangki <i>Header Kettle</i></b>	
<b>Tag : 01-PT-001 (<i>Pressure Transmitter</i>)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b><i>Checklist</i></b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan (0-35 psi)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 80°C	<input type="checkbox"/>
<b>Tag : 01-TT-001 (<i>Temperature Transmitter</i>)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b><i>Checklist</i></b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan (0-200°C)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 85°C	<input type="checkbox"/>



**Gambar 3.26** Pemasangan *Instrument* pada Tangki Pemanas Nira

**Tabel 3.15** Justifikasi Pemasangan *Instrument* pada Tangki Pemanas Nira

<b>Tangki Pemanas Nira</b>	
<b>Tag : 01-TT-002 (<i>Temperature Transmitter</i>)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan (0-200°C)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 85°C	<input type="checkbox"/>
<b>Tag : 01-TT-003 (<i>Temperature Transmitter</i>)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan (0-200°C)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 85°C	<input type="checkbox"/>



**Gambar 3.27** Pemasangan *Instrument* pada Tangki Evaporator

**Tabel 3.16** Justifikasi Pemasangan *Instrument* pada Tangki Evaporator

<b>Tangki Evaporator</b>	
<b>Tag : 01-PVT-001 (<i>Pressure Vacuum Transmitter</i>)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan ((-75)-0 cmHg)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 80°C	<input type="checkbox"/>
<b>Tag : 01-PVT-002 (<i>Pressure Vacuum Transmitter</i>)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan ((-75)-0 cmHg)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 80°C	<input type="checkbox"/>
<b>Tag : 01-PVT-003 (<i>Pressure Vacuum Transmitter</i>)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan ((-75)-0 cmHg)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 80°C	<input type="checkbox"/>



**Gambar 3.28** Pemasangan *Instrument* pada Tangki Pan Masakan

**Tabel 3.17** Justifikasi Pemasangan *Instrument* pada Tangki Pan Masakan

**Tangki Pan Masakan**

<b>Tag : 01-TT-004 (Temperature Transmitter)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan (0-200°C)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 85°C	<input type="checkbox"/>

<b>Tag : 01-TT-005 (Temperature Transmitter)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan (0-200°C)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 85°C	<input type="checkbox"/>

<b>Tag : 01-PVT-004 (Pressure Vacuum Transmitter)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan ((-75)-0 cmHg)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 80°C	<input type="checkbox"/>

<b>Tag : 01-PVT-005 (Pressure Vacuum Transmitter)</b>	
<b>Justifikasi Pemasangan</b>	<b>Checklist</b>
Dipasang dengan <i>Seal Tape</i>	<input type="checkbox"/>
Memastikan pemasangan sensor sudah kuat dan tidak ada kebocoran	<input type="checkbox"/>
Kesesuaian koneksi <i>wiring</i>	<input type="checkbox"/>
Sesuai dengan <i>range</i> kebutuhan ((-75)-0 cmHg)	<input type="checkbox"/>
Modul tahan <i>ambient temperature</i> hingga 80°C	<input type="checkbox"/>

### 3.7.3 Commissioning

Setelah dilakukan semua proses pengujian dan validasi yang sudah dilakukan maka dapat dilanjutkan untuk proses *commissioning* guna menjaga agar setiap komponen sistem dipastikan berfungsi sesuai yang diharapkan untuk meningkatkan keandalan. Selain itu juga dapat membantu dalam menjamin kualitas produk atau sistem sebelum dioperasikan untuk skala besar atau keseharian produksi. Berikut merupakan tabel *commissioning* untuk pemasangan *instrument* pada pabrik CV Agriutama.

**Tabel 3.18** *Electrical Commissioning*

No	Deskripsi Pekerjaan	Checklist	Deskripsi	Dokumentasi
1	Cek tegangan input PLC	<input type="checkbox"/>		
2	Cek tegangan <i>power supply</i>	<input type="checkbox"/>		
3	Cek koneksi kabel antara panel box dan <i>junction box</i>	<input type="checkbox"/>		
4	Cek koneksi kabel antara <i>junction box</i> dan sensor	<input type="checkbox"/>		
5	Cek tegangan pada LED merah	<input type="checkbox"/>		
6	Cek tegangan pada LED hijau	<input type="checkbox"/>		
7	Cek tegangan pada <i>buzzer alarm</i>	<input type="checkbox"/>		
8	Cek tegangan <i>push button</i> ON	<input type="checkbox"/>		
9	Cek tegangan <i>push button</i> OFF	<input type="checkbox"/>		
10	Cek <i>grounding</i> pada panel box kontroler	<input type="checkbox"/>		

**Tabel 3.19** *Mechanical Commissioning*

No	Deskripsi Pekerjaan	Checklist	Deskripsi	Dokumentasi
1	Memastikan <i>mounting panel box</i> kontroler sudah kuat	<input type="checkbox"/>		
2	Memastikan <i>mounting junction box</i> sensor sudah kuat	<input type="checkbox"/>		
3	Memastikan <i>mounting</i> kabel conduit pada dinding sudah kuat	<input type="checkbox"/>		
4	Memastikan semua <i>mounting</i> di setiap <i>instrument</i> yang terpasang sudah kuat dan tidak longgar	<input type="checkbox"/>		
5	Memastikan semua kabel terlindungi oleh conduit	<input type="checkbox"/>		

**Tabel 3.20** *Instrument Commissioning*

No	Deskripsi Pekerjaan	Checklist	Deskripsi	Dokumentasi
1	Memastikan instalasi <i>temperature transmitter</i> pada unit <i>kettle header</i> sudah benar	<input type="checkbox"/>		
2	Memastikan instalasi <i>pressure transmitter</i> pada unit <i>kettle header</i> sudah benar	<input type="checkbox"/>		
3	Memastikan instalasi <i>temperature transmitter</i> 1 & 2 pada unit pemanas nira sudah benar	<input type="checkbox"/>		
4	Memastikan instalasi <i>pressure vacuum transmitter</i> 1,2 & 3 pada unit evaporator sudah benar	<input type="checkbox"/>		
5	Memastikan instalasi <i>pressure vacuum transmitter</i> 1 & 2 pada unit pan masakan sudah benar	<input type="checkbox"/>		
6	Memastikan instalasi <i>temperature transmitter</i> 1 & 2 pada unit pan masakan sudah benar	<input type="checkbox"/>		
7	Memastikan setiap <i>instrument</i> yang terpasang terbaca dengan baik di setiap unit produksi	<input type="checkbox"/>		
8	Memastikan hasil pembacaan dari setiap <i>instrument</i> sudah tervalidasi pengukurannya	<input type="checkbox"/>		
9	Memastikan <i>input</i> dan <i>output</i> dari setiap <i>instrument</i> yang terpasang sesuai dengan <i>address</i> pada PLC	<input type="checkbox"/>		
10	Memastikan dengan pasti kerja dari <i>push button</i> dapat bekerja	<input type="checkbox"/>		

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

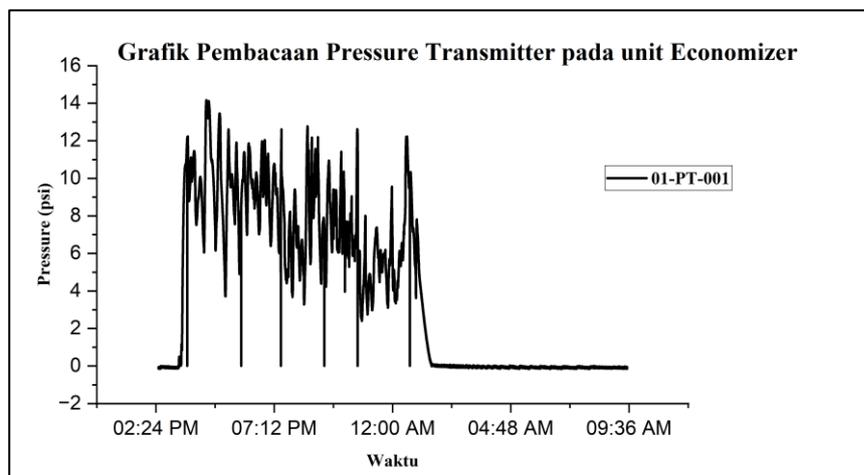
### 4.1 Uji Per Komponen

Langkah-langkah yang dilakukan ketika melakukan pengujian pada setiap sensor dengan membandingkan pembacaannya dengan nilai arus (mA) keluaran dari setiap parameter sensor dan dengan pembacaan lokal gauge yang sudah terpasang pada semua unit proses adalah sebagai berikut.

1. Siapkan multimeter yang dapat membaca arus berupa mA
2. Hubungkan kabel merah multimeter pada pin (-) dari sensor dan kabel hitam pada kabel sensor menuju panel box.
3. Hubungkan multimeter pada bagian terminal blok di panel box juga untuk mengetahui apakah adalah loses dari sinyal sensor yang terbaca.
4. Pasatkan semua sensor yang akan diukur sudah mendapat input tegangan.
5. Baca dan catat setiap hasil dari pengujian
6. Lakukan percobaan disetiap parameter pada sensor di unit proses.
7. Olah data yang sudah didapatkan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari sensor.

#### 4.1.1 Pengujian Pressure Transmitter

##### 4.1.1.1 Unit Economizer



**Gambar 4.1** Grafik Kinerja Sensor Pressure Transmitter Unit Economizer Ketika Pabrik Beroperasi

Berdasarkan gambar 4.1 yang merupakan grafik kinerja dari sensor *pressure* pada saat pabrik beroperasi penuh, didapatkan hasil pembacaan yang tidak dinamis dikarenakan pada unit economizer ini masih menggunakan sumber bahan bakar biomassa sehingga tekanan yang dihasilkan juga tidak menentu seperti gambar diatas. Untuk melakukan pengujian dari sensor tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian terhadap sensor pressure transmitter pada unit economizer adalah dengan cara membandingkan data yang masuk kedalam database TIA Portal dengan pembacaan yang berada pada gauge local indicator yang ada di proses unit.

1. Siapkan program pembacaan sensor pressure transmitter yang siap untuk dirunning.



**Gambar 4.2** Program TIA Portal Unit Economizer (Pressure)

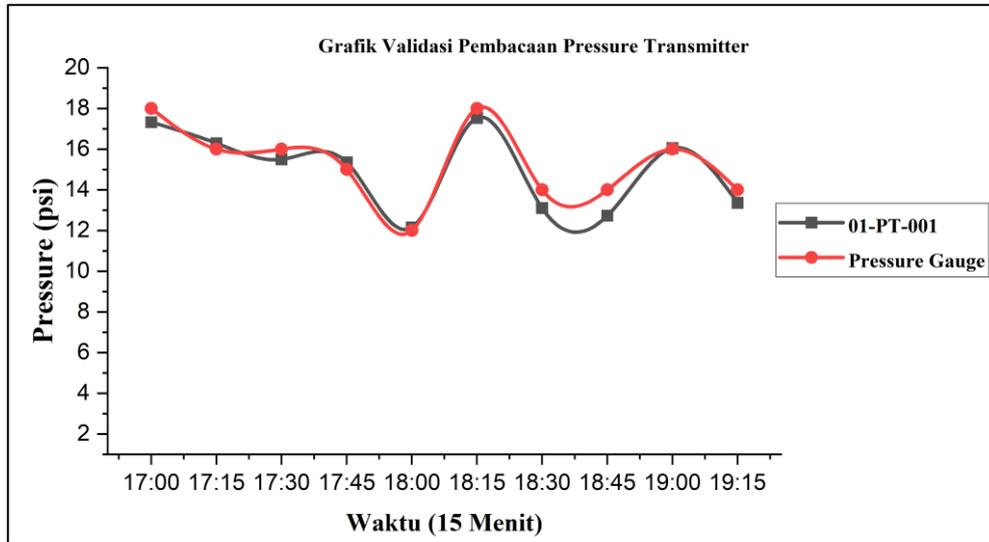
2. Amati lokal gauge pada unit proses economizer
3. Bandingkan hasil pembacaan lokal gauge pressure dengan nilai sensor pada dashboard yang sudah ada.

Berikut merupakan data pembacaan pressure transmitter pada bagian economizer dengan name tag 01-PT-001. Data yang diambil sejumlah 10 data yang diambil setiap 15 menit.

**Tabel 4.1** Data Pembacaan 01-PT-001

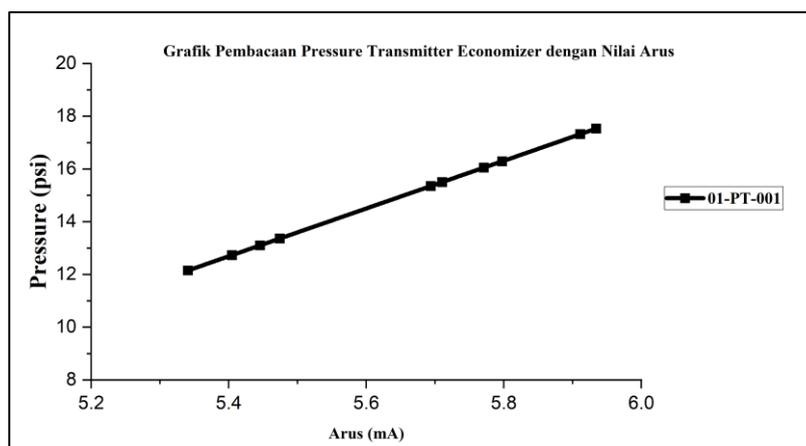
No	Pembacaan Sensor (psi)	Pembacaan Gauge (psi)	Arus (mA)
1	17.32	18	5.8
2	16.29	16	5.7
3	15.5	16	5.7
4	15.35	15	5.6
5	12.15	12	5.2
6	17.53	18	5.8
7	13.1	14	5.3
8	12.73	14	5.3
9	16.05	16	5.7
10	13.36	14	5.3

#### 4.1.1.2 Grafik Pengujian Pressure Transmitter



**Gambar 4.3** Grafik Validasi Pembacaan Pressure Transmitter Proses Economizer

Pada gambar 4.2 juga menunjukkan grafik validasi dari pembacaan sensor pressure transmitter 01-PT-001 dengan pembacaan pressure gauge yang terpasang pada pipa keluaran economizer. Didapatkan hasil yang tidak bergitu jauh dari pembacaan sensor dan lokal gauge sudah tepat sehingga sudah memenuhi spesifikasi dan layak untuk digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bentuk sinus, yang mana dikarenakan untuk proses ini membutuhkan panas yang tinggi untuk memanaskan air sehingga didapatkan steam yang sesuai set point, bentuk sinus ini terjadi karena bahan bakar yang digunakan berupa biomassa sehingga sulit untuk mempertahankan temperature secara konstan.

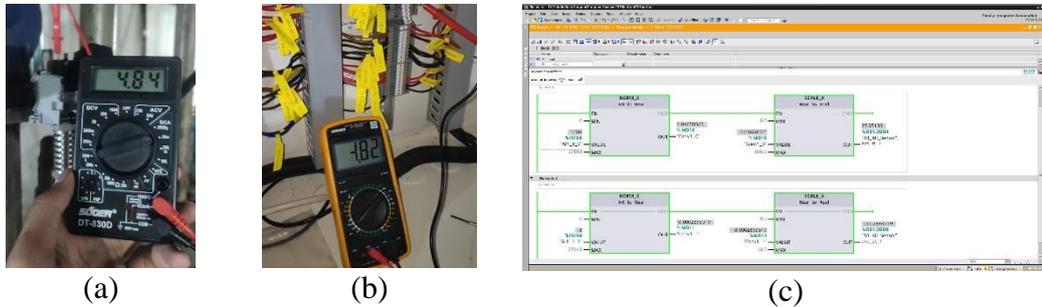


**Gambar 4.4** Grafik Validasi Pembacaan Pressure Transmitter dengan Nilai Arus (mA)

Pada gambar 4.4 yang menunjukkan grafik validasi dari pembacaan sensor pressure transmitter 01-PT-001 dengan nilai arus dalam bentuk 4-20 mA yang

terpasang pada bagian economizer. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan hasil yang dinamis, dimana ketika pressure yang terukur semakin besar, nilai arus (mA) yang terbaca juga semakin besar juga.

#### 4.1.1.3 Perbandingan nilai arus (mA), Interger, dan Pembacaan Sensor



**Gambar 4.5** Pengujian Perbandingan Nilai pada Sensor Pressure Transmitter (a) Nilai Arus Sensor, (b) Nilai Arus PLC, dan (c) Nilai Interger Serta Pembacaan Sensor

Pada pengujian nilai perbandingan nilai pada sensor pressure transmitter untuk pembacaan nilai arus pada sensor dan PLC serta pembacaan interger dan pembacaan sensor yang terbaca akan diamati untuk diketahui apakah terdapat perbedaan ataupun *data loss* yang terjadi ketika pengiriman sinyal dari sensor ke PLC. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai arus (mA) menggunakan dua buah multimeter yang terpasang pada sensor dan terminal blok menuju PLC. Pada pengambilan data ini dilakukan selama dua menit dengan pembacaan tiap 10 detik didapatkan hasil pembacaan pada tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2** Data Perbandingan Nilai pada *Pressure Transmitter* Unit Economizer

No	Nilai Arus Sensor (mA)	Nilai Arus PLC (mA)	Interger	Pembacaan Sensor (psi)
1	4.8	4.8	1382	7.25
2	4.8	4.8	1384	7.26
3	4.8	4.8	1384	7.26
4	4.8	4.8	1382	7.25
5	4.9	4.8	1383	7.24
6	4.9	4.8	1384	7.26
7	4.9	4.9	1555	8.15
8	4.9	4.9	1554	8.14
9	4.9	4.9	1556	8.16
10	4.9	4.9	1556	8.16
11	4.9	4.9	1555	8.15
12	5	4.9	1555	8.15
13	5	5	1728	9.06

Pada tabel 4.2 diatas dapat diketahui bahwa data yang terkirim tidak mengalami *losses* atau pengurangan data, adanya beberapa perbedaan data dikarenakan penggunaan dua buah multimeter yang berbeda serta dapat dikarenakan ketika pengukuran, probe multimeter bergeser sehingga arus yang

terbaca juga mengalami perubahan. Demikian pula untuk pembacaan interger dan pembacaan sensor sesuai dengan rumus untuk perhitungan nilai interger serta pembacaan dari sensor menggunakan perhitungan  $NORM\_X$  dan  $SCALE\_X$  berikut.

- Perhitungan Interger

$$\text{Interger} = \left( \frac{mA-4}{16} \times 27648 \right)$$

Contoh : Pada tabel diatas nilai arus yang terbaca 4.8 mA

$$\text{Interger} = \left( \frac{4.8-4}{16} \times 27648 \right)$$

$$\text{Interger} = 1382$$

- Pembacaan Sensor

$$NORM\_X = \frac{\text{Nilai Analog} - \text{Minimal Nilai}}{\text{Maksimal Nilai} - \text{Minimal Nilai}}$$

$$SCALE\_X = (NORM\_X \times (\text{Target Maks} - \text{Target Min}) + \text{Target Min})$$

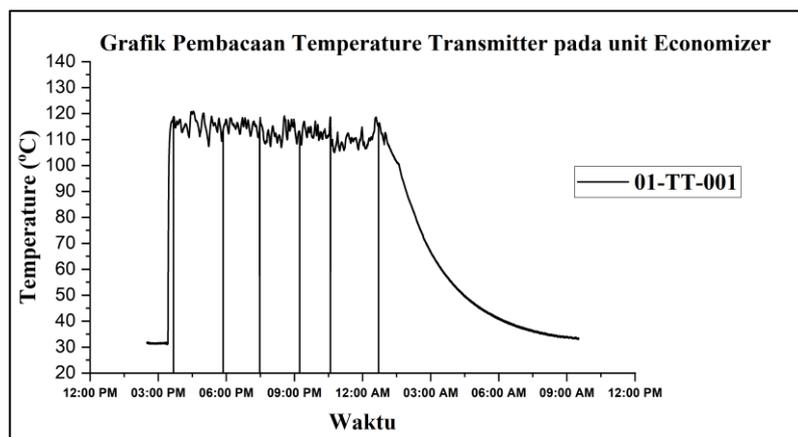
Pembacaan interger = 1382 = nilai analog, dengan range sensor pressure 0-145 psi.

$$\begin{aligned} NORM\_X &= \frac{1382 - 0}{27648 - 0} \\ &= 0.049 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SCALE\_X &= (0.049 \times (145 - 0) + 0) \\ &= 7.25 \text{ psi} \end{aligned}$$

## 4.1.2 Pengujian Temperature Transmitter

### 4.1.2.1 Unit Economizer

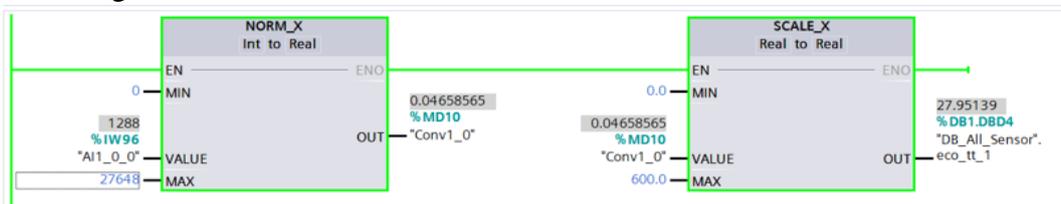


**Gambar 4.6** Grafik Kinerja Sensor Temperature Transmitter Unit Economizer Ketika Pabrik Beroperasi

Berdasarkan gambar 4.6 yang merupakan grafik kinerja dari sensor *temperature* unit economizer pada saat pabrik beroperasi penuh, didapatkan hasil pembacaan yang tidak dinamis dengan rentang temperature kerja optimal sekitar 100-130°C dikarenakan pada unit economizer ini masih menggunakan sumber bahan bakar biomassa sehingga tekanan yang dihasilkan juga tidak menentu seperti gambar diatas. Untuk melakukan pengujian dari sensor tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian terhadap sensor temperature transmitter pada unit economizer adalah dengan cara membandingkan data yang masuk kedalam database TIA Portal dengan pembacaan yang berada pada gauge local indicator yang ada di proses unit.

1. Siapkan program pembacaan sensor temperature transmitter yang siap untuk dirunning.



**Gambar 4.7** Program TIA Portal Unit Economizer (Temperature)

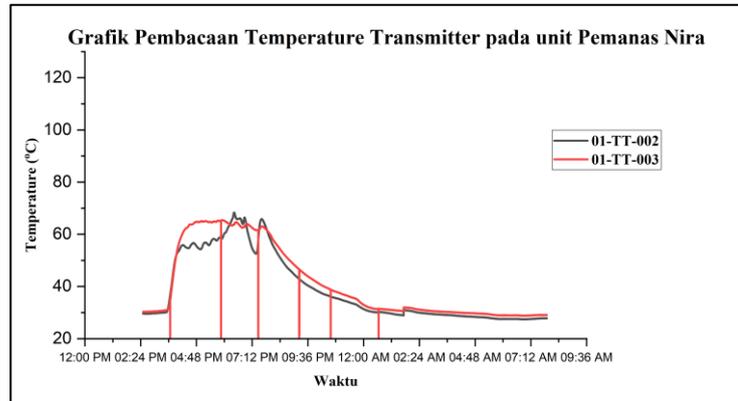
2. Amati lokal gauge temperature pada unit proses economizer.
3. Bandingkan hasil pembacaan lokal gauge temperature dengan nilai sensor pada dashboard yang sudah ada.

Berikut merupakan data pembacaan temperature transmitter pada bagian economizer dengan name tag 01-TT-001. Data yang diambil sejumlah 10 data yang diambil setiap 15 menit, dengan menghitung besar akurasi yang dimiliki oleh sensor ini sebagai berikut.

**Tabel 4.3** Data Pembacaan 01-TT-001

No	Pembacaan Sensor (°C)	Pembacaan Gauge (°C)	Arus (mA)
1	124.26	126	7.3
2	123.18	126	7.2
3	122.46	125	7.2
4	122.09	125	7.2
5	119.03	122	7.1
6	123.98	126	7.3
7	119.6	122	7.1
8	118.92	122	7.1
9	122.66	124	7.2
10	120.29	124	7.2

#### 4.1.2.2 Unit Pemanas Nira

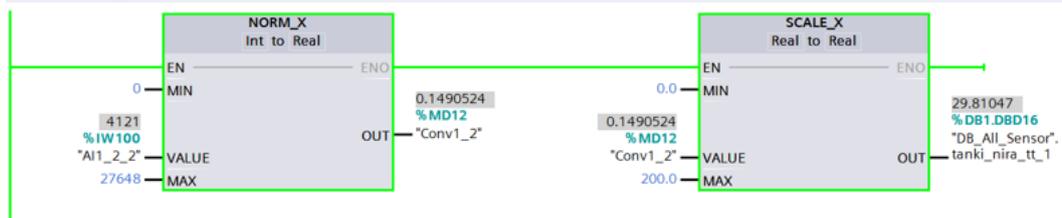


**Gambar 4.8** Grafik Kinerja Sensor Temperature Transmitter Unit Pemanas Nira Ketika Pabrik Beroperasi

Berdasarkan gambar 4.8 yang merupakan grafik kinerja dari sensor *temperature* untuk unit pemanas nira pada saat pabrik beroperasi penuh, didapatkan hasil pembacaan yang tidak dinamis dikarenakan pada unit pemanas ini mendapatkan aliran panas dari unit economizer yang masih menggunakan sumber bahan bakar biomassa sehingga tekanan yang dihasilkan juga tidak menentu seperti gambar diatas. Untuk melakukan pengujian dari sensor tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian terhadap sensor temperature transmitter pada unit pemanas nira adalah dengan cara membandingkan data yang masuk kedalam database TIA Portal dengan pembacaan yang berada pada gauge local indicator yang ada di proses unit.

1. Siapkan program pembacaan sensor temperature transmitter yang siap untuk dirunning.



**Gambar 4.9** Program TIA Portal Unit Pemanas Nira

2. Amati lokal gauge temperature pada unit proses economizer
3. Bandingkan hasil pembacaan lokal gauge temperature dengan nilai sensor pada dashboard yang sudah ada.

Berikut merupakan data pembacaan temperature transmitter pada bagian pemanas nira dengan name tag 01-TT-002 dan 01-TT-003. Data yang diambil sejumlah 10 data yang diambil setiap 15 menit, dengan menghitung besar akurasi yang dimiliki oleh sensor ini sebagai berikut.

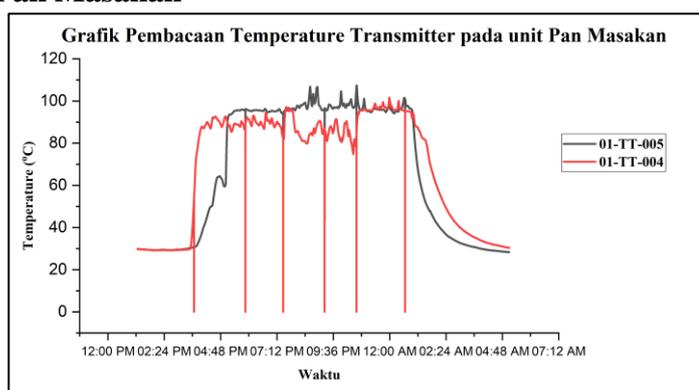
**Tabel 4.4** Data Pembacaan 01-TT-002

No	Pembacaan Sensor (°C)	Pembacaan Gauge (°C)	Arus (mA)
1	32.39	34	6.5
2	32.26	34	6.5
3	32.14	34	6.4
4	32.17	34	6.4
5	32.02	34	6.4
6	32.03	32	6.4
7	31.97	32	6.3
8	31.97	32	6.3
9	31.92	32	6.3
10	31.92	32	6.3

**Tabel 4.5** Data Pembacaan 01-TT-003

No	Pembacaan Sensor (°C)	Pembacaan Gauge (°C)	Arus (mA)
1	33.62	35	6.5
2	33.53	35	6.5
3	33.48	35	6.5
4	33.54	34	6.5
5	33.42	34	6.5
6	33.25	34	6.5
7	33.21	34	6.5
8	33.14	34	6.5
9	32.99	34	6.5
10	32.93	34	6.5

#### 4.1.2.3 Unit Pan Masakan



**Gambar 4.10** Grafik Kinerja Sensor Temperature Transmitter Unit Pan Masakan Ketika Pabrik Beroperasi

Berdasarkan gambar 4.10 yang merupakan grafik kinerja dari sensor *temperature* untuk unit pan masakan pada saat pabrik beroperasi penuh, didapatkan hasil pembacaan yang tidak dinamis dikarenakan pada unit pemanas ini mendapatkan aliran panas dari unit economizer yang masih menggunakan

sumber bahan bakar biomassa sehingga tekanan yang dihasilkan juga tidak menentu seperti gambar diatas. Pada sensor 01-TT-005 memiliki *temperature* yang lebih tinggi karena langsung dialiri dari uap dari unit economizer. Untuk melakukan pengujian dari sensor tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian terhadap sensor temperature transmitter pada unit pan masakan adalah dengan cara membandingkan data yang masuk kedalam database TIA Portal dengan pembacaan yang berada pada gauge local indicator yang ada di proses unit.

1. Siapkan program pembacaan sensor temperature transmitter yang siap untuk dirunning.



**Gambar 4.11** Program TIA Portal Unit Pan Masakan (Temperature)

2. Amati lokal gauge temperature pada unit proses pan masakan
3. Bandingkan hasil pembacaan lokal gauge temperature dengan nilai sensor pada dashboard yang sudah ada.

Berikut merupakan data pembacaan temperature transmitter pada bagian pan masakan dengan name tag 01-TT-004 dan 01-TT-005. Data yang diambil sejumlah 10 data yang diambil setiap 15 menit, dengan menghitung besar akurasi yang dimiliki oleh sensor ini sebagai berikut.

**Tabel 4.6** Data Pembacaan 01-TT-004

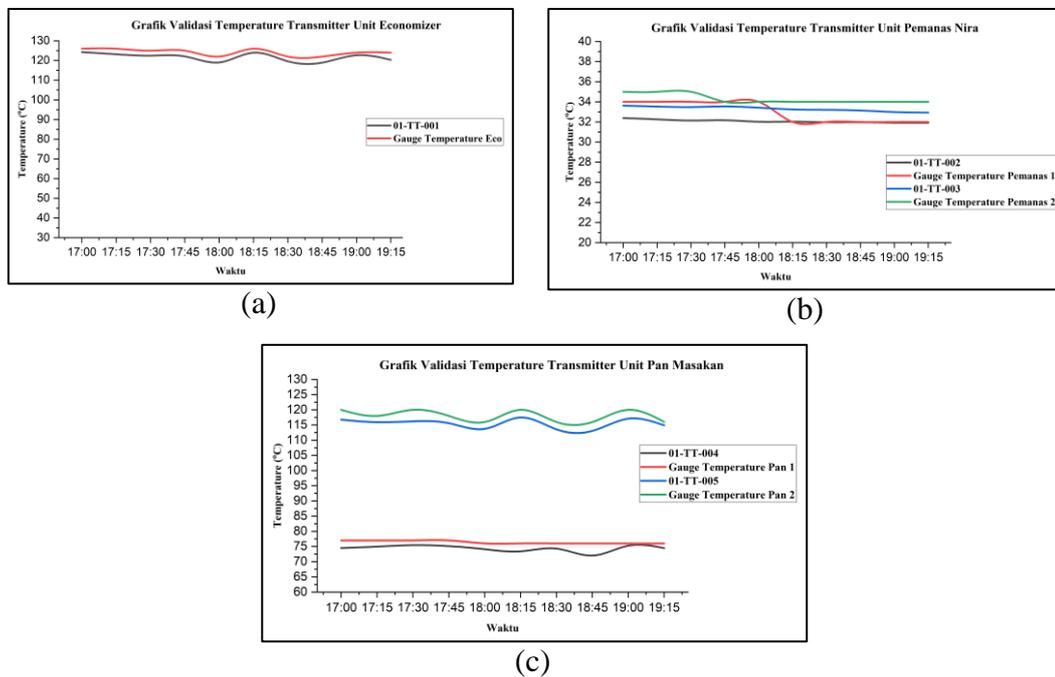
No	Pembacaan Sensor (°C)	Pembacaan Gauge (°C)	Arus (mA)
1	74.48	77	9.9
2	74.96	77	9.9
3	75.43	77	10
4	75.11	77	10
5	74.1	76	9.8
6	73.41	76	9.7
7	74.31	76	9.9
8	72.03	76	9.6
9	75.25	76	10
10	74.46	76	9.9

**Tabel 4.7** Data Pembacaan 01-TT-005

No	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge	Arus (mA)
----	------------------	-----------------	-----------

	(°C)	(°C)	
1	116.76	120	13.3
2	115.94	118	13.2
3	116.22	120	13.3
4	115.6	118	13.2
5	113.73	116	13
6	117.48	120	13.3
7	113.56	116	13
8	113.06	116	13
9	117.08	120	13.3
10	114.89	116	13.1

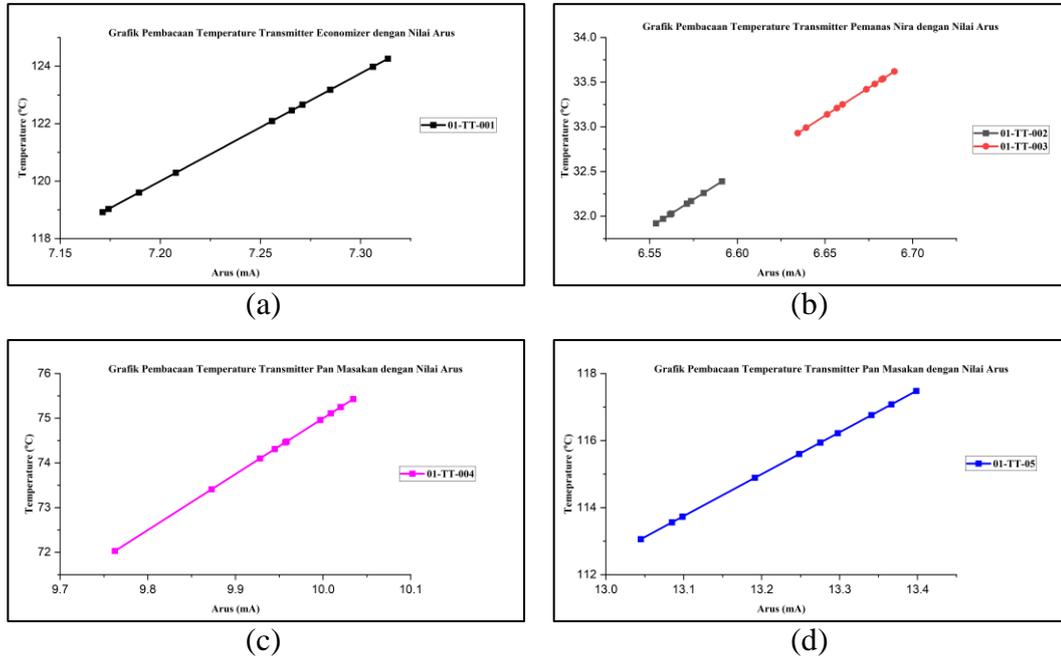
#### 4.1.2.4 Grafik Pengujian Temperature Transmitter



**Gambar 4.12** Grafik Validasi Pembacaan Temperature Transmitter dengan Temperature Gauge

Pada gambar 4.12 yang menunjukkan grafik validasi dari pembacaan sensor temperature transmitter 01-TT-001 hingga 01-TT-005 dengan pembacaan temperature gauge yang terpasang. Didapatkan hasil yang tidak bergitu jauh dari pembacaan sensor dan lokal gauge sudah tepat sehingga sudah memenuhi spesifikasi dan layak untuk digunakan dalam penelitian ini. Sensor tersebut terpasang pada bagian proses economizer, pemanas nira, dan pan masakan dengan maksimum pembacaan sebesar 600°C untuk economizer dan 200°C untuk pemanas nira serta pan masakan. Pada grafik untuk pemanas nira menunjukkan hasil yang statis karena pada waktu pengambilan data bagian pemanas nira tidak sedang beroperasi. Kemudian grafik untuk economizer dengan warna hitam menunjukkan hasil yang sedikit membentuk sinus, hal tersebut dikarenakan mengikut dari pembakaran pada economizer yang menggunakan bahan bakar

biomassa. Lalu untuk grafik pada pan masakan dengan menunjukkan hasil yang sedikit membentuk sinus, hal tersebut dikarenakan mengikuti dari pembakaran pada economizer yang menggunakan bahan bakar biomassa.



**Gambar 4.13** Grafik Validasi Pembacaan Temperature Transmitter dengan Nilai Arus (mA) pada (a) Economizer, (b) Pemanas Nira, (c) Pan Masakan 1 dan (d) Pan Masakan 2

Pada gambar 4.10 yang menunjukkan grafik validasi dari pembacaan sensor temperature transmitter 01-TT-001 hingga 01-TT-005 dengan nilai arus dalam bentuk 4-20 mA yang terpasang pada bagian economizer, pemanas nira, dan pan masakan. Pada gambar (b) menunjukkan dua garis yang tidak saling terhubung dikarenakan pada unit tersebut terdapat dua buah sensor yang memiliki letak yang berbeda, satu sensor berada di pinggir sehingga terkena temperature luar secara langsung sedangkan sensor yang satunya berada lebih kedalam. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan hasil yang dinamis, dimana ketika temperature yang terukur semakin besar, nilai arus (mA) yang terbaca juga semakin besar juga.

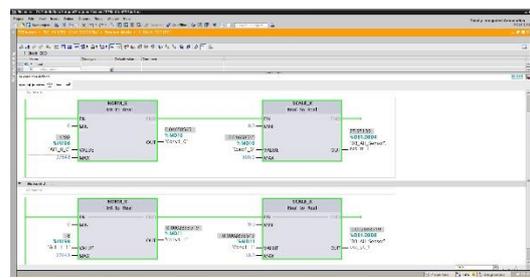
#### 4.1.2.5 Perbandingan nilai arus (mA), Interger, dan Pembacaan Sensor



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4.14** Pengujian Perbandingan Nilai pada Sensor Temperature Transmitter (a) Nilai Arus Sensor, (b) Nilai Arus PLC, dan (c) Nilai Interger Serta Pembacaan Sensor

Pada pengujian nilai perbandingan nilai pada sensor temperature transmitter untuk pembacaan nilai arus pada sensor dan PLC serta pembacaan interger dan pembacaan sensor yang terbaca akan diamati untuk diketahui apakah terdapat perbedaan ataupun *data loss* yang terjadi ketika pengiriman sinyal dari sensor ke PLC. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai arus (mA) menggunakan dua buah multimeter yang terpasang pada sensor dan terminal blok menuju PLC. Pada pengambilan data ini dilakukan selama dua menit dengan pembacaan tiap 10 detik didapatkan hasil pembacaan pada tabel 4.8 berikut.

**Tabel 4.8** Data Perbandingan Nilai pada *Temperature Transmitter* Unit Economizer

No	Nilai Arus Sensor (mA)	Nilai Arus PLC (mA)	Interger	Pembacaan Sensor
1	7.1	7.1	5356	116.26
2	7.1	7.1	5354	116.25
3	7.1	7.1	5355	116.25
4	7.1	7.1	5354	116.24
5	7.1	7.1	5354	116.24
6	7.1	7.1	5356	116.26
7	7.1	7.1	5355	116.25
8	7.1	7.1	5356	116.25
9	7.1	7.08	5325	115.5
10	7.1	7.08	5322	115.6
11	7.1	7.08	5324	115.5
12	7.09	7.07	5305	115.12
13	7.09	7.06	5287	114.75

Pada tabel 4.8 diatas dapat diketahui bahwa data yang terkirim tidak mengalami *losses* atau pengurangan data, adanya beberapa perbedaan data dikarenakan penggunaan dua buah multimeter yang berbeda serta dapat dikarenakan ketika pengukuran, probe multimeter bergeser sehingga arus yang terbaca juga mengalami perubahan. Demikian pula untuk pembacaan interger dan pembacaan sensor sesuai dengan rumus untuk perhitungan nilai interger serta pembacaan dari sensor menggunakan perhitungan NORM\_X dan SCALE\_X berikut.

- Perhitungan Interger

$$\text{Interger} = \left( \frac{\text{mA}-4}{16} \times 27648 \right)$$

Contoh : Pada tabel diatas nilai arus yang terbaca 7.1 mA

$$\text{Interger} = \left( \frac{7.1-4}{16} \times 27648 \right)$$

$$\text{Interger} = 5356$$

- Pembacaan Sensor

$$NORM\_X = \frac{\text{Nilai Analog} - \text{Minimal Nilai}}{\text{Maksimal Nilai} - \text{Minimal Nilai}}$$

$$SCALE\_X = (NORM\_X \times (\text{Target Maks} - \text{Target Min}) + \text{Target Min})$$

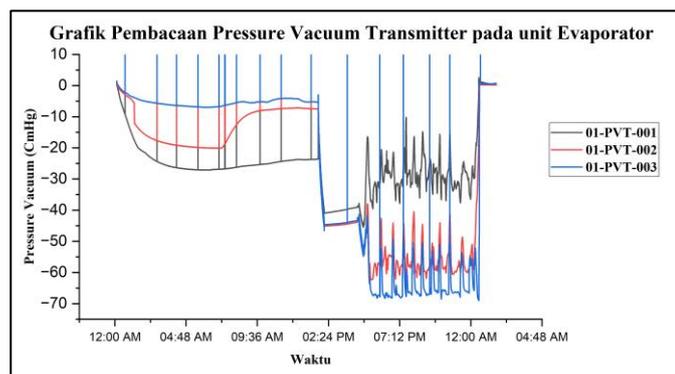
Pembacaan interger = 5356 = nilai analog, dengan range sensor temperature 0-600°C.

$$\begin{aligned} NORM\_X &= \frac{5356 - 0}{27648 - 0} \\ &= 0.19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SCALE\_X &= (0.19 \times (600 - 0) + 0) \\ &= 116.26^\circ\text{C} \end{aligned}$$

### 4.1.3 Pengujian Pressure Vacuum Transmitter

#### 4.1.3.1 Unit Evaporator

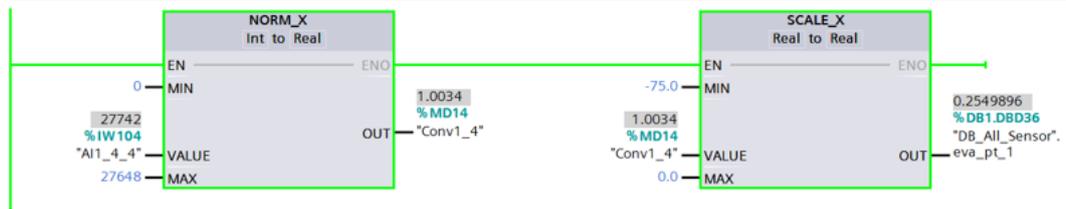


**Gambar 4.15** Grafik Kinerja Sensor Pressure Vacuum Transmitter Unit Evaporator Ketika Pabrik Beroperasi

Berdasarkan gambar 4.15 yang merupakan grafik kinerja dari sensor *vacuum* untuk unit evaporator pada saat pabrik beroperasi penuh, didapatkan hasil pembacaan yang tidak dinamis dikarenakan pada pada unit ini bergantung pada steam yang dihasilkan untuk memanaskan nira dengan dibantu oleh pompa vacuum, sistem berjalan dari unit evaporator 1 hingga 3 yang berarti vacuum 1 memiliki vacuum yang lebih besar pada awal produksi. Dilanjutkan ketika beroperasi penuh vacuum 3 akan bekerja lebih besar karena langsung terhubung dengan pompa vacuum sehingga tekanan yang dihasilkan juga tidak menentu seperti gambar diatas. Untuk melakukan pengujian dari sensor tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian terhadap sensor pressure vacuum transmitter pada unit evaporator adalah dengan cara membandingkan data yang masuk kedalam database TIA Portal dengan pembacaan yang berada pada gauge local indicator yang ada di proses unit.

1. Siapkan program pembacaan sensor pressure vacuum transmitter yang siap untuk dirunning.



**Gambar 4.16** Program TIA Portal Unit Evaporator

2. Amati lokal gauge pressure vacuum pada unit proses evaporator
3. Bandingkan hasil pembacaan lokal gauge pressure vacuum dengan nilai sensor pada dashboard yang sudah ada.

Berikut merupakan data pembacaan pressure vacuum transmitter pada bagian evaporator dengan name tag 01-PVT-001 hingga 01-PVT-003. Data yang diambil sejumlah 10 data yang diambil setiap 10 menit, dengan menghitung besar akurasi yang dimiliki oleh sensor ini sebagai berikut.

**Tabel 4.9** Data Pembacaan 01-PVT-001

No	Pembacaan Sensor (CmHg)	Pembacaan Gauge (CmHg)	Arus (mA)
1	-3.64	-4	19.2
2	-47.97	-48	9.7
3	-50.71	-52	9.1
4	-53.15	-52	8.6
5	-59.25	-60	7.3
6	-60.64	-62	7
7	-60.52	-62	7
8	-60.37	-62	7.1
9	-60.26	-62	7.1
10	-60.15	-62	7.1

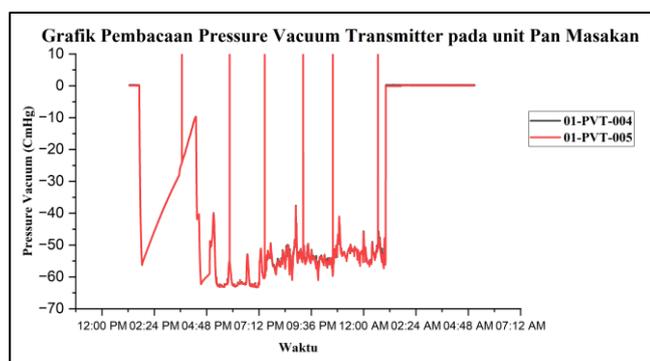
**Tabel 4.10** Data Pembacaan 01-PVT-002

No	Pembacaan Sensor (CmHg)	Pembacaan Gauge (CmHg)	Arus (mA)
1	-7.06	-8	18.4
2	-47.99	-48	9.7
3	-50.73	-52	9.1
4	-53.14	-52	8.6
5	-59.29	-60	7.3
6	-60.7	-62	7
7	-60.59	-62	7
8	-60.44	-62	7.1
9	-60.34	-62	7.1
10	-60.19	-62	7.1

**Tabel 4.11** Data Pembacaan 01-PVT-003

No	Pembacaan Sensor (CmHg)	Pembacaan Gauge (CmHg)	Arus (mA)
1	-18.03	-20	16.1
2	-47.79	-48	9.8
3	-50.56	-52	9.2
4	-53.02	-52	8.6
5	-59.29	-60	7.3
6	-60.7	-62	7
7	-60.57	-62	7.
8	-60.46	-62	7.1
9	-60.35	-62	7.1
10	-60.2	-62	7.1

#### 4.1.3.2 Unit Pan Masakan

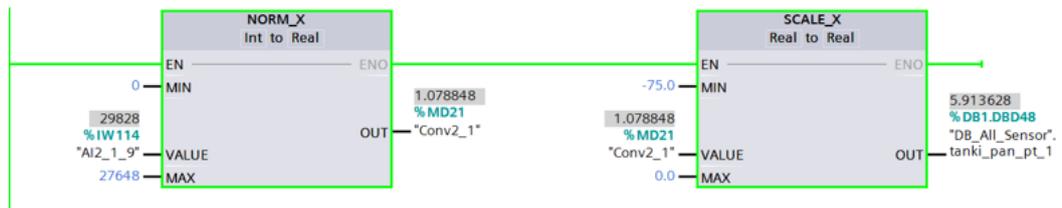


**Gambar 4.17** Grafik Kinerja Sensor Pressure Vacuum Transmitter Unit Pan Masakan Ketika Pabrik Beroperasi

Berdasarkan gambar 4.17 yang merupakan grafik kinerja dari sensor *vacuum* untuk unit pan masakan pada saat pabrik beroperasi penuh, didapatkan hasil pembacaan yang tidak dinamis dikarenakan pada pada unit ini bergantung pada steam yang dihasilkan untuk memanaskan nira dengan dibantu oleh pompa vacuum, sistem berjalan dari unit pan 1 san 2 secara bersamaan sehingga hasil vacuum yang terbaca juga sama sehingga tekanan yang dihasilkan juga tidak menentu seperti gambar diatas. Untuk melakukan pengujian dari sensor tersebut dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

Langkah-langkah dalam melakukan pengujian terhadap sensor pressure vacuum transmitter pada unit pan masakan adalah dengan cara membandingkan data yang masuk kedalam database TIA Portal dengan pembacaan yang berada pada gauge local indicator yang ada di proses unit.

1. Siapkan program pembacaan sensor pressure vacuum transmitter yang siap untuk dirunning.



**Gambar 4.18** Program TIA Portal Unit Pan Masakan (Pressure Vacuum)

2. Amati lokal gauge pressure vacuum pada unit proses pan masakan
3. Bandingkan hasil pembacaan lokal gauge pressure vacuum dengan nilai sensor pada dashboard yang sudah ada.

Berikut merupakan data pembacaan pressure vacuum transmitter pada bagian pan masakan dengan name tag 01-PVT-004 dan 01-PVT-005. Data yang diambil sejumlah 10 data yang diambil setiap 10 menit, dengan menghitung besar akurasi yang dimiliki oleh sensor ini sebagai berikut.

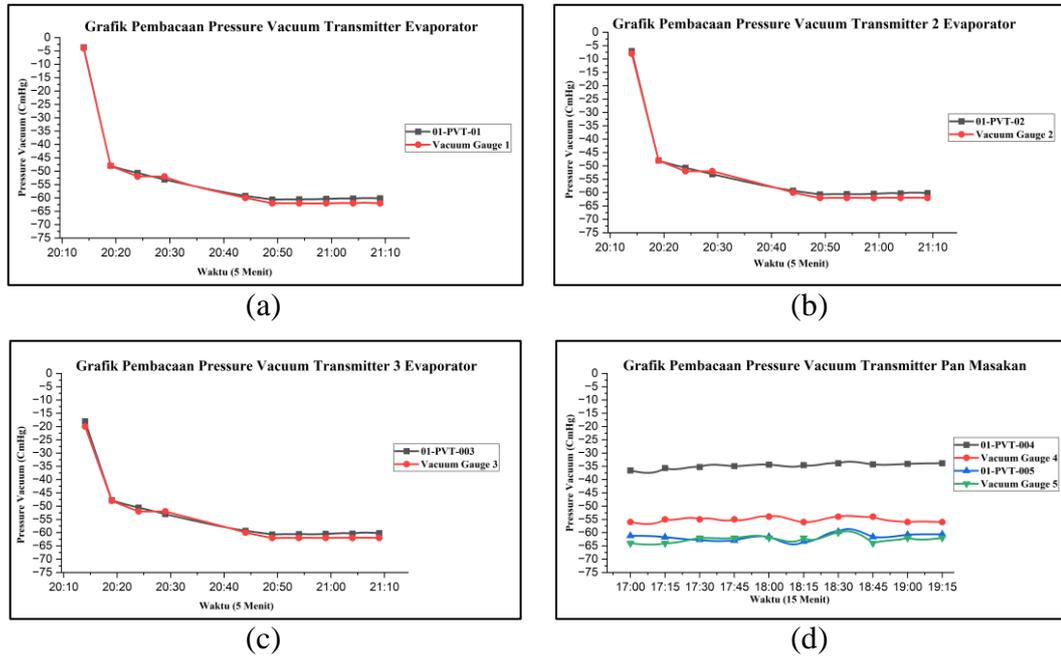
**Tabel 4.12** Data Pembacaan 01-PVT-004

No	Pembacaan Sensor (CmHg)	Pembacaan Gauge (CmHg)	Arus (mA)
1	-36.57	-56	12.1
2	-35.65	-55	12.3
3	-35.27	-55	12.4
4	-34.93	-55	12.5
5	-34.39	-54	12.6
6	-34.55	-56	12.6
7	-33.85	-54	12.7
8	-34.27	-54	12.6
9	-34.09	-56	12.7
10	-33.85	-56	12.7

**Tabel 4.13** Data Pembacaan 01-PVT-005

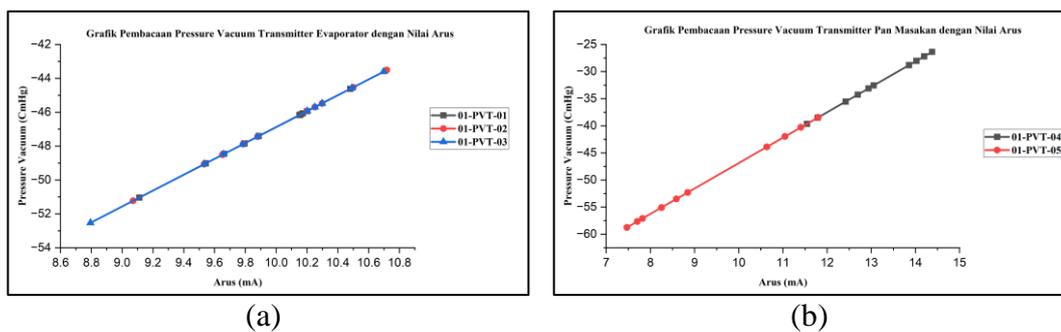
No	Pembacaan Sensor (CmHg)	Pembacaan Gauge (CmHg)	Arus (mA)
1	-61.21	-64	6.9
2	-61.73	-64	6.8
3	-62.65	-62	6.6
4	-62.99	-62	6.5
5	-61.56	-62	6.8
6	-63.31	-62	6.4
7	-59.63	-60	7.2
8	-61.6	-64	6.8
9	-60.79	-62	7
10	-60.62	-62	7

### 4.1.3.3 Grafik Pengujian Pressure Vacuum Transmitter



**Gambar 4.19** Grafik Validasi Pembacaan Pressure Vacuum Transmitter dengan Pembacaan Vacuum Gauge pada (a) Evaporator 1, (b) Evaporator 2, (c) Evaporator 3 dan (d) Pan Masakan

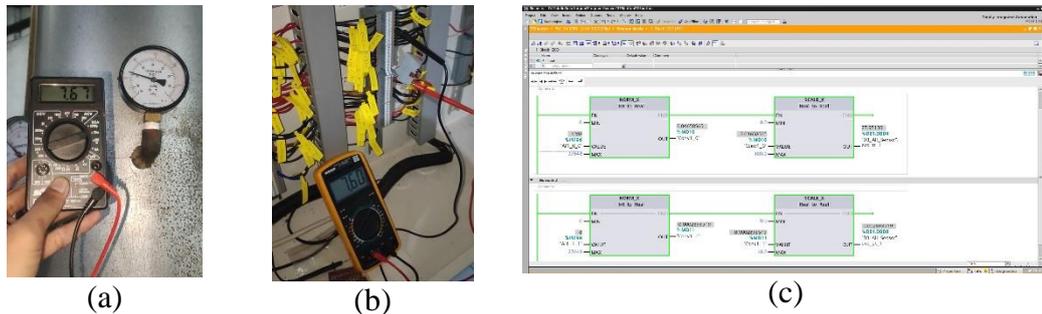
Pada gambar 4.20 yang menunjukkan grafik validasi dari pembacaan sensor pressure vacuum transmitter 01-PVT-001 hingga 01-PVT-005 dengan pembacaan vacuum gauge yang terpasang. Didapatkan hasil yang tidak bergitu jauh dari pembacaan sensor dan lokal dengan pengecualian pada transmitter 01-PVT-004 mengalami error yang sangat tinggi sehingga perlu untuk dilakukan perbaikan ataupun penggantian. Sensor tersebut terpasang pada bagian proses evaporator dan pan masakan dengan pembacaan maksimum mencapai  $-75$  CmHg. Berdasarkan grafik proses evaporator pada warna hitam, merah, dan biru menunjukkan hasil pembacaan yang hampir sama dikarenakan ketika pengambilan data tidak sedang ada bahan baku yang diproses sehingga dari proses evaporator ini menunjukkan hasil yang sama. Kemudian grafik pan masakan dengan warna hijau dan ungu menunjukkan pola yang sangat berbeda, dengan kondisi pembacaan pada pan 1 menunjukkan error yang sangat jauh.



**Gambar 4.20** Grafik Validasi Pembacaan Pressure Vacuum Transmitter dengan Nilai Arus (mA) pada Proses (a) Evaporator dan (b) Pan Masakan

Pada gambar 4.15 yang menunjukkan grafik validasi dari pembacaan sensor pressure vacuum transmitter 01-PVT-001 hingga 01-PVT-005 dengan nilai arus dalam bentuk 4-20 mA yang terpasang pada bagian evaporator dan pan masakan. Berdasarkan grafik tersebut didapatkan hasil yang dinamis, dimana ketika temperature yang terukur semakin besar, nilai arus (mA) yang terbaca juga semakin besar juga.

#### 4.1.3.4 Perbandingan nilai arus (mA), Interger, dan Pembacaan Sensor



**Gambar 4.21** Pengujian Perbandingan Nilai pada Sensor Pressure Vacuum Transmitter (a) Nilai Arus Sensor, (b) Nilai Arus PLC, dan (c) Nilai Interger Serta Pembacaan Sensor

Pada pengujian nilai perbandingan nilai pada sensor pressure vacuum transmitter untuk pembacaan nilai arus pada sensor dan PLC serta pembacaan interger dan pembacaan sensor yang terbaca akan diamati untuk diketahui apakah terdapat perbedaan ataupun *data loss* yang terjadi ketika pengiriman sinyal dari sensor ke PLC. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai arus (mA) menggunakan dua buah multimeter yang terpasang pada sensor dan terminal blok menuju PLC. Pada pengambilan data ini dilakukan selama dua menit dengan pembacaan tiap 10 detik didapatkan hasil pembacaan pada tabel 4.14 berikut.

**Tabel 4.14** Data Perbandingan Nilai pada *Pressure Vacuum Transmitter* Unit Evaporator

No	Nilai Arus Sensor (mA)	Nilai Arus PLC (mA)	Interger	Pembacaan Sensor
1	7.6	7.6	6220	-58.12
2	7.6	7.6	6220	-58.12
3	7.5	7.5	6048	-58.59
4	7.5	7.5	6048	-58.59
5	7.4	7.4	5875	-59.06
6	7.4	7.4	5875	-59.06
7	7.3	7.3	5702	-59.53
8	7.3	7.3	5702	-59.53
9	7.3	7.2	5529	-60

10	7.2	7.2	5529	-60
11	7.2	7.2	5529	-60
12	7.2	7.1	5356	-60.46
13	7.2	7.1	5356	-60.46

Pada tabel 4.14 diatas dapat diketahui bahwa data yang terkirim tidak mengalami *losses* atau pengurangan data, adanya beberapa perbedaan data dikarenakan penggunaan dua buah multimeter yang berbeda serta dapat dikarenakan ketika pengukuran, probe multimeter bergeser sehingga arus yang terbaca juga mengalami perubahan. Demikian pula untuk pembacaan interger dan pembacaan sensor sesuai dengan rumus untuk perhitungan nilai interger serta pembacaan dari sensor menggunakan perhitungan  $NORM\_X$  dan  $SCALE\_X$  berikut.

- Perhitungan Interger

$$\text{Interger} = \left(\frac{mA-4}{16} \times 27648\right)$$

Contoh : Pada tabel diatas nilai arus yang terbaca 7.6 mA

$$\text{Interger} = \left(\frac{7.6-4}{16} \times 27648\right)$$

$$\text{Interger} = 6220$$

- Pembacaan Sensor

$$NORM\_X = \frac{\text{Nilai Analog} - \text{Minimal Nilai}}{\text{Maksimal Nilai} - \text{Minimal Nilai}}$$

$$SCALE\_X = (NORM\_X \times (\text{Target Maks} - \text{Target Min})) + \text{Target Min}$$

Pembacaan interger = 1382 = nilai analog, dengan range sensor pressure 0-(-75) CmHg.

$$\begin{aligned} NORM\_X &= \frac{6220 - 0}{27648 - 0} \\ &= 0.22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SCALE\_X &= (0.22 \times (0 - (-75))) - 75 \\ &= -58.12 \text{ CmHg.} \end{aligned}$$

## 4.2 Karakteristik Statik (Akurasi)

### 4.2.1 Pressure Transmitter

**Tabel 4.15** Tabel Pengukuran Pressure Transmitter

No	Pembacaan Sensor (psi)	Pembacaan Gauge (psi)	Koreksi	Error
1	17.32	18	0.68	3.77
2	16.29	16	0.29	1.81
3	15.5	16	0.5	3.125
4	15.35	15	0.35	2.33
5	12.15	12	0.15	1.25

6	17.53	18	0.47	2.61
7	13.1	14	0.9	6.42
8	12.73	14	1.27	9.07
9	16.05	16	0.05	0.31
10	13.36	14	0.64	4.57

Berdasarkan tabel 4.12 diatas kita mengetahui seberapa dekat hasil pengukuran sensor dengan pembacaan lokal gauge yaitu dengan menghitung nilai akurasi dari pembacaan sensor tersebut dengan menggunakan rumus berikut.

$$Koreksi = |\text{Nilai yang diukur} - \text{Nilai sebenarnya}|$$

$$\text{Nilai Rata - Rata Error} = \left( \frac{\text{Koreksi}}{\text{Validator}} \times 100\% \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - \left( \frac{\sum \text{Nilai rata - rata error}}{N} \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - \left( \frac{35.29}{10} \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - (3.529)$$

$$\text{Akurasi} = 96.471 \%$$

#### 4.2.2 Temperature Transmitter

**Tabel 4.16** Tabel Pengukuran Temperature Transmitter

No	Pembacaan Sensor (°C)	Pembacaan Gauge (°C)	Koreksi	Error
1	124.26	126	1.74	1.38
2	123.18	126	2.82	2.23
3	122.46	125	2.54	2.03
4	122.09	125	2.91	2.32
5	119.03	122	2.97	2.43
6	123.98	126	2.02	1.6
7	119.6	122	2.4	1.96
8	118.92	122	3.08	2.52
9	122.66	124	1.34	1.08
10	120.29	124	3.71	2.99

Berdasarkan tabel 4.13 diatas kita mengetahui seberapa dekat hasil pengukuran sensor dengan pembacaan lokal gauge yaitu dengan menghitung nilai akurasi dari pembacaan sensor tersebut dengan menggunakan rumus berikut.

$$Koreksi = |\text{Nilai yang diukur} - \text{Nilai sebenarnya}|$$

$$\text{Nilai Rata - Rata Error} = \left( \frac{\text{Koreksi}}{\text{Validator}} \times 100\% \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - \left( \frac{\sum \text{Nilai rata - rata error}}{N} \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - \left( \frac{20.58}{10} \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - (2.058)$$

$$\text{Akurasi} = 97.942 \%$$

### 4.2.3 Pressure Vacuum Transmitter

Tabel 4.17 Tabel Pengukuran Pressure Vacuum Transmitter

No	Pembacaan Sensor (CmHg)	Pembacaan Gauge (CmHg)	Koreksi	Error
1	-3.64	-4	0.36	9
2	-47.97	-48	0.03	0.06
3	-50.71	-52	1.29	2.48
4	-53.15	-52	1.15	2.21
5	-59.25	-60	0.75	1.25
6	-60.64	-62	1.36	2.19
7	-60.52	-62	1.48	2.38
8	-60.37	-62	1.63	2.62
9	-60.26	-62	1.74	2.80
10	-60.15	-62	1.85	2.98

Berdasarkan tabel 4.12 diatas kita mengetahui seberapa dekat hasil pengukuran sensor dengan pembacaan lokal gauge yaitu dengan menghitung nilai akurasi dari pembacaan sensor tersebut dengan menggunakan rumus berikut.

$$Koreksi = |\text{Nilai yang diukur} - \text{Nilai sebenarnya}|$$

$$\text{Nilai Rata - Rata Error} = \left( \frac{\text{Koreksi}}{\text{Validator}} \times 100\% \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - \left( \frac{\sum \text{Nilai rata - rata error}}{N} \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - \left( \frac{27.97}{10} \right)$$

$$\text{Akurasi} = 100 - (2.797)$$

$$\text{Akurasi} = 97.203 \%$$

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa kesimpulan dibawah ini

1. Kerja dari setiap *local indicator* di setiap unit dibedakan berdasarkan unit prosesnya, mulai dari *temperature*, *pressure* dan *vacuum*.
2. Penggunaan sensor transmitter membutuhkan modul analog input untuk dapat terbaca pada PLC Siemens S7-1200 agar nantinya menerima sinyal 4-20 mA.
3. Hasil kinerja dari setiap sensor transmitter dapat disesuaikan berdasarkan spesifikasi dari masing-masing sensor tersebut. Dengan memberikan ladder program berupa *NORM\_X* dan *SCALE\_X* pada software TIA Portal, nilai masukan dari setiap sensor dapat terbaca dan diteruskan pada tampilan dashboard SCADA.
4. Hasil pengujian untuk sensor *pressure* yang divalidasi menggunakan pembacaan *local indicator* yang sudah terpasang didapatkan rata-rata eror sebesar 3.529 dan akurasi sebesar 96.471 %.
5. Hasil pengujian untuk sensor *temperature* yang divalidasi menggunakan pembacaan *local indicator* yang sudah terpasang didapatkan rata-rata eror sebesar 2.058 dan akurasi sebesar 97.942 %.
6. Hasil pengujian untuk sensor *pressure vacuum* yang divalidasi menggunakan pembacaan *local indicator* yang sudah terpasang didapatkan rata-rata eror sebesar 2.797 dan akurasi sebesar 97.203 %. Kemudian terdapat satu sensor yang memiliki error yang sangat besar yaitu 36.93 dengan akurasi pembacaan 63.07 %.

### 5.2 Saran dan Rekomendasi

Dari penelitian yang telah dilakukan ini masih terdapat kekurangan sehingga diperlukan adanya saran dan rekomendasi yang dapat dijadikan pengembangan lebih baik lagi kedepannya sebagai berikut.

1. *Instrument monitoring* yang terpasang pada pabrik terkadang mengalami kegagalan fungsi sehingga tidak dapat menerima sinyal dari sensor transmitter, dari hal tersebut perlu adanya *troubleshooting* dengan mengganti konektor yang lebih kuat sehingga tidak mudah lepas atau goyah pada bagian terminal blok panel box kontroler.
2. Sebagai pencegahan dari adanya error pembacaan sensor dikarenakan kemungkinan adanya arus listrik yang diinduksi dalam sensor ketika sensor tersebut terkena perubahan medan magnet serta pemanasan pada area lokal sensor dapat dilakukan proteksi eddy current untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan yang disebabkan oleh eddy current pada pembacaan sensor dengan penggunaan material dengan konduktivitas rendah atau lapisan isolasi pada sensor untuk mengurangi pembentukan arus eddy.

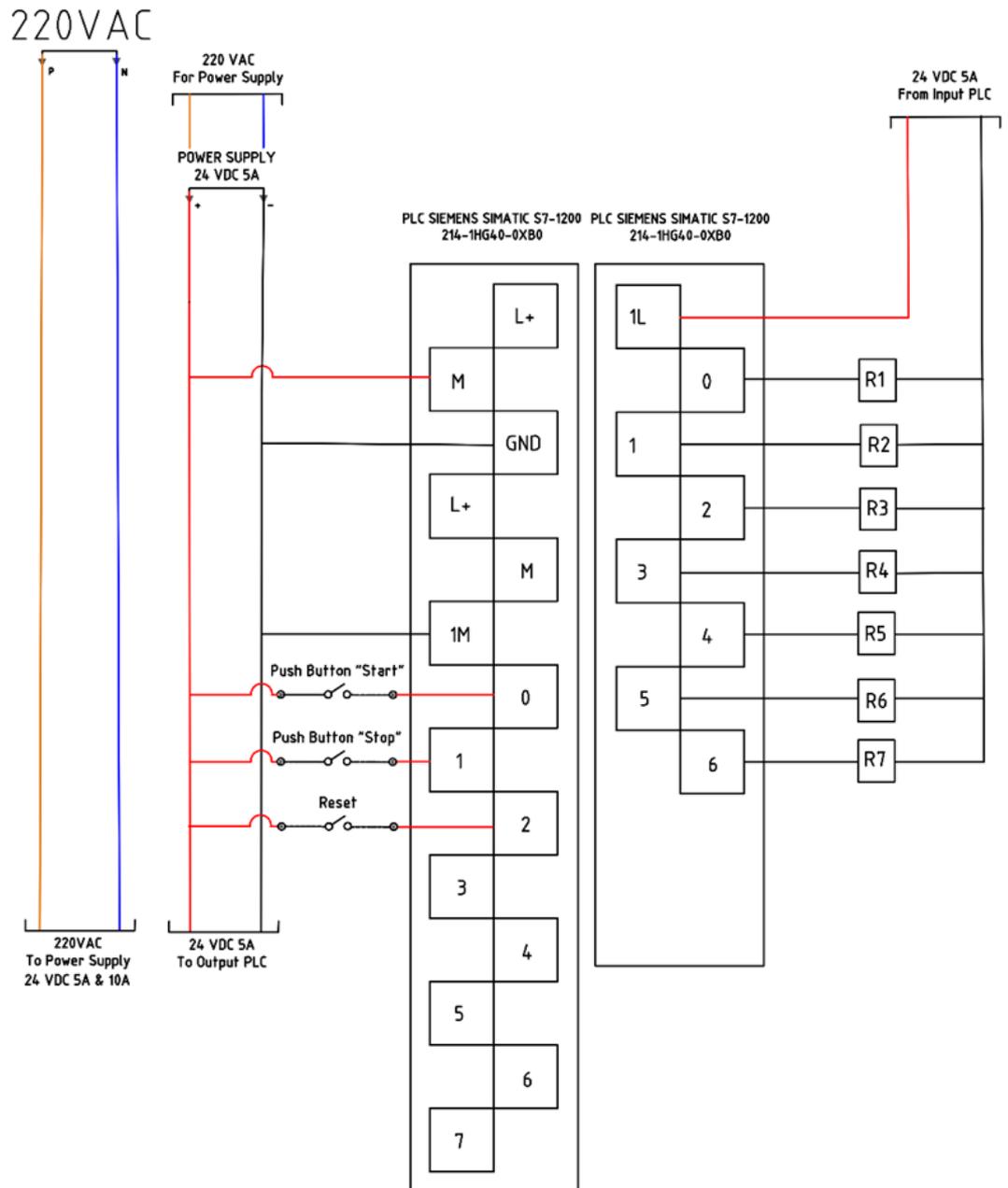
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

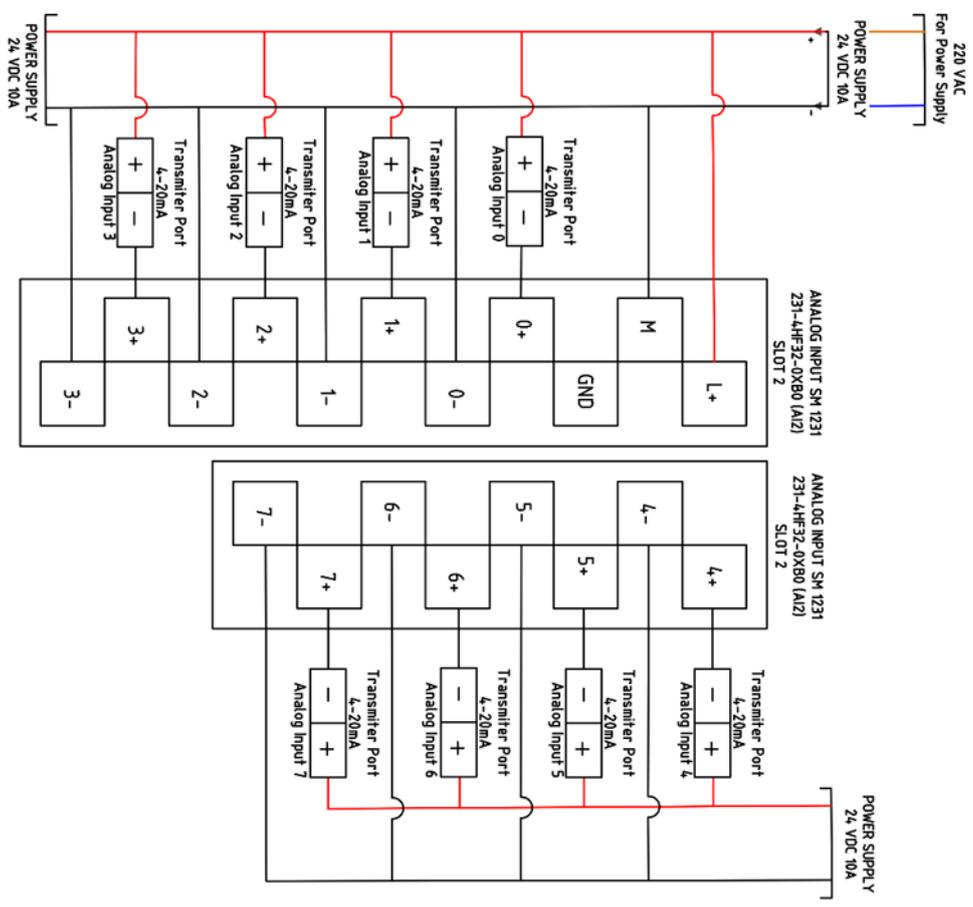
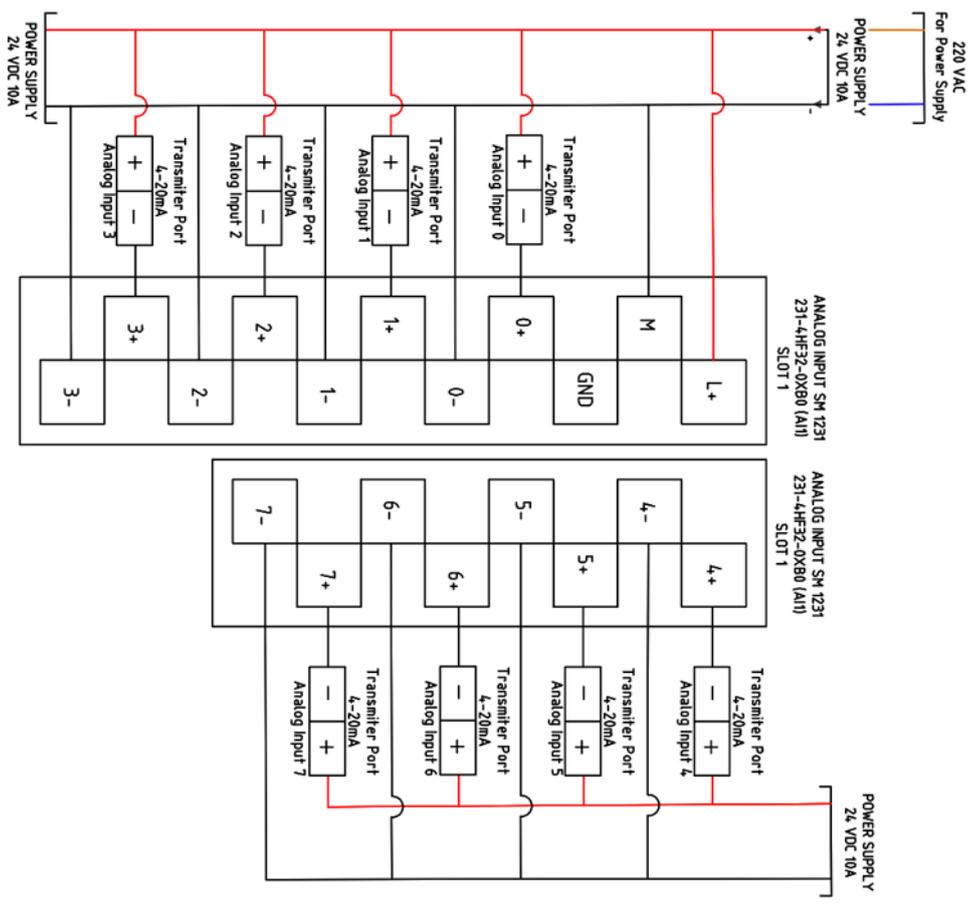
## DAFTAR PUSTAKA

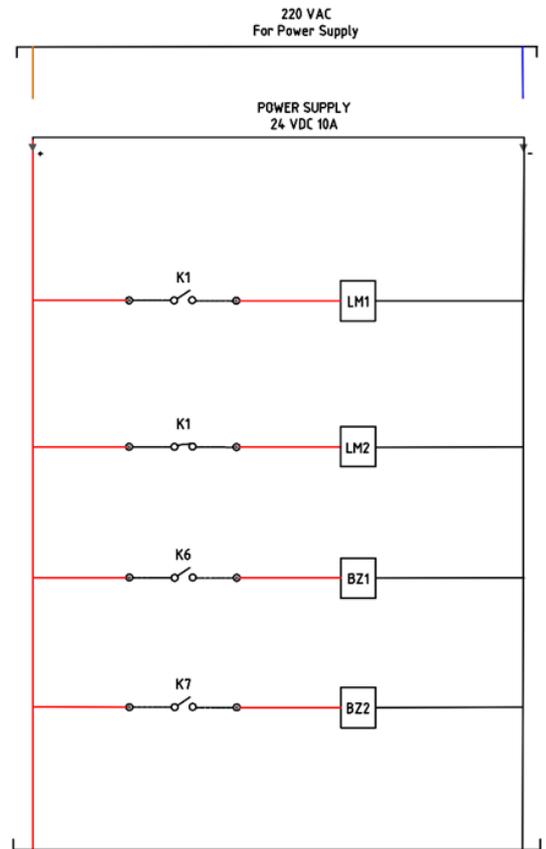
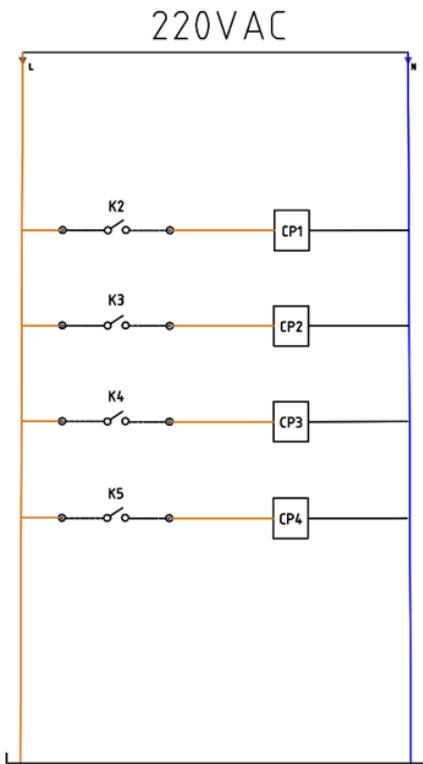
- Abdullah, A., Cholish, C., & Zainul haq, Moh. (2021). Pemanfaatan IoT (Internet of Things) Dalam Monitoring Kadar Kepekatan Asap dan Kendali Pergerakan Kamera. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 86. <https://doi.org/10.22373/crc.v5i1.8497>
- Bader, S. (2023). Instrumentation and Measurement Systems. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 771(October), 28–33.
- Djokorayono, R., Suntoro, A., Santosa, B., & Shobari, I. (2019). RANCANG BANGUN MODUL ELEKTRONIK TRANSMITTER SINYAL 4-20MA UNTUK PERANGKAT ANALISIS UNSUR DENGAN TEKNIK XRF DI INDUSTRI. 16, 25–33.
- Gabor, G., Livint, G., & Lucache, D. D. (2021). Application of S7-1200 PLC for Temperature Monitoring of a Railway Separator. *SIELMEN 2021 - Proceedings of the 11th International Conference on Electromechanical and Energy Systems*, 458–461. <https://doi.org/10.1109/SIELMEN53755.2021.9600404>
- Gabor, G., Pintilie, G. C., Plesca, A. T., & Cardasim, M. (2019). Temperature Monitoring System using an Infrared Temperature Sensor Connected to a PLC. *2019 International Conference on Electromechanical and Energy Systems, SIELMEN 2019 - Proceedings*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/SIELMEN.2019.8905890>
- Hailin, L., Jinhong, W., & Yong, L. (2021). Intelligent Control System Design for High Vacuum Die Casting Process. *Proceedings - 2021 International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, ICITBS 2021*, 300–303. <https://doi.org/10.1109/ICITBS53129.2021.00081>
- Hasan, B., Mohani, S. S. U. H., Hussain, S. S., Yasin, S., Alvi, W. A., & Saeed, O. (2019). Implementation of Supervisory Control and Data Acquisition-SCADA on a PLC and VFD Controlled Digital Mixing Plant Using TIA Portal. *2019 4th International Conference on Emerging Trends in Engineering, Sciences and Technology, ICEEST 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICEEST48626.2019.8981705>
- Kaiguang, W., Wei, Z., & Tao, M. (2019). Design of automatic uniform feeding control system based on TIA configuration software. *Proceedings - 2019 34rd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation, YAC 2019*, 542–546. <https://doi.org/10.1109/YAC.2019.8787630>
- M, S. V. M., Sivaramakrishna, M., & Chitrakkumar, S. (2023). Design of analog pressure transmitter ( 4-20 mA ) for fast reactors. *2023 Third International Conference on Advances in Electrical, Computing, Communication and*

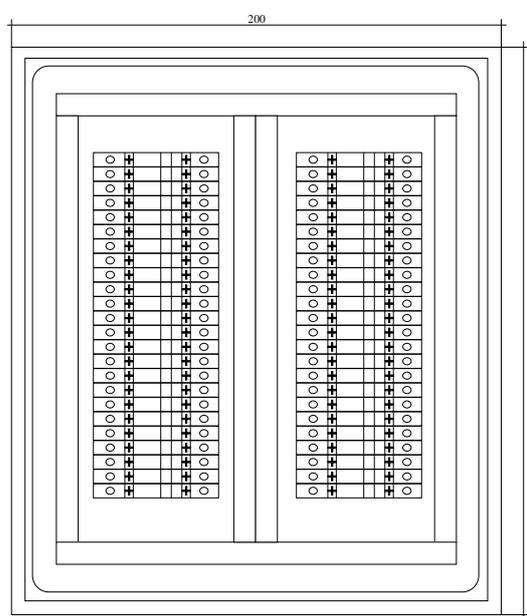
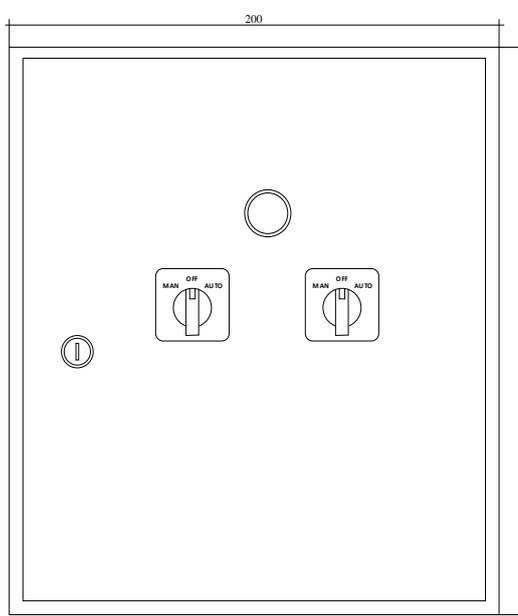
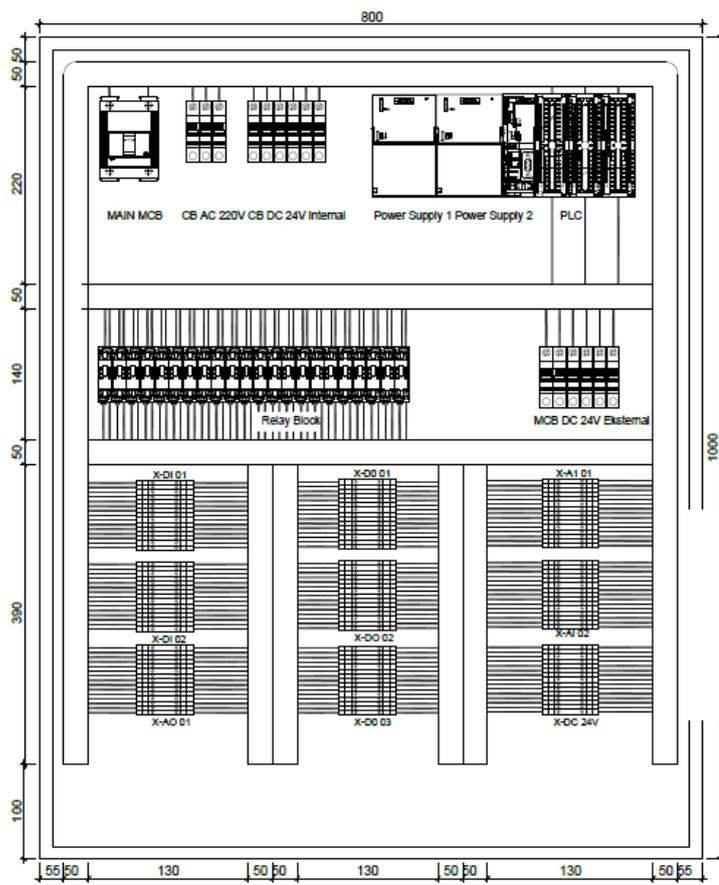
- Sustainable Technologies (ICAECT)*, 1–4.  
<https://doi.org/10.1109/ICAECT57570.2023.10118254>
- Maharddhika, E. T. (2020). *Rancangan observer kecepatan untuk motor dc pada plc.*
- Mudaheranwa, E., Rwigema, A., Ntagwirumugara, E., Masengo, G., Singh, R., & Biziyaremye, J. (2019). Development of PLC based monitoring and control of pressure in Biogas Power Plant Digester. *IcABCD 2019 - 2nd International Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems*, 1–7.  
<https://doi.org/10.1109/ICABCD.2019.8851046>
- Saptadi, A. (n.d.). *Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22.*
- Sheng, Z., Ji, C., & Hua, S. (2018). Application of Siemens PLC and WinCC in the Monitoring-Control System of Bulk Grain Silo. *Proceedings of the 30th Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2018*, 4689–4693.  
<https://doi.org/10.1109/CCDC.2018.8407942>
- Siemens. (2021). Temperature Measurement SITRANS TH100. In *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* (Vol. 22, Issue 3).  
<https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2021.01.015>
- Tedyyana, A., Ratnawati, F., & Danuri, D. (2023). Platform Monitoring Berbasis Web untuk Sistem Stabilitas dan Pelacakan Kapal Nelayan. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 14(2), 168–178.  
<https://doi.org/10.31849/digitalzone.v14i2.16419>
- Wika data sheet. (2022). *Pressure transmitter For industrial applications Model A-10.*
- Yakimov, P., Iovev, A., Tuliev, N., & Balkanska, E. (2019). Development of Hardware and Software Methods and Tools for a Successful PLC Training. *10th National Conference with International Participation, ELECTRONICA 2019 - Proceedings*, 1–4.  
<https://doi.org/10.1109/ELECTRONICA.2019.8825609>

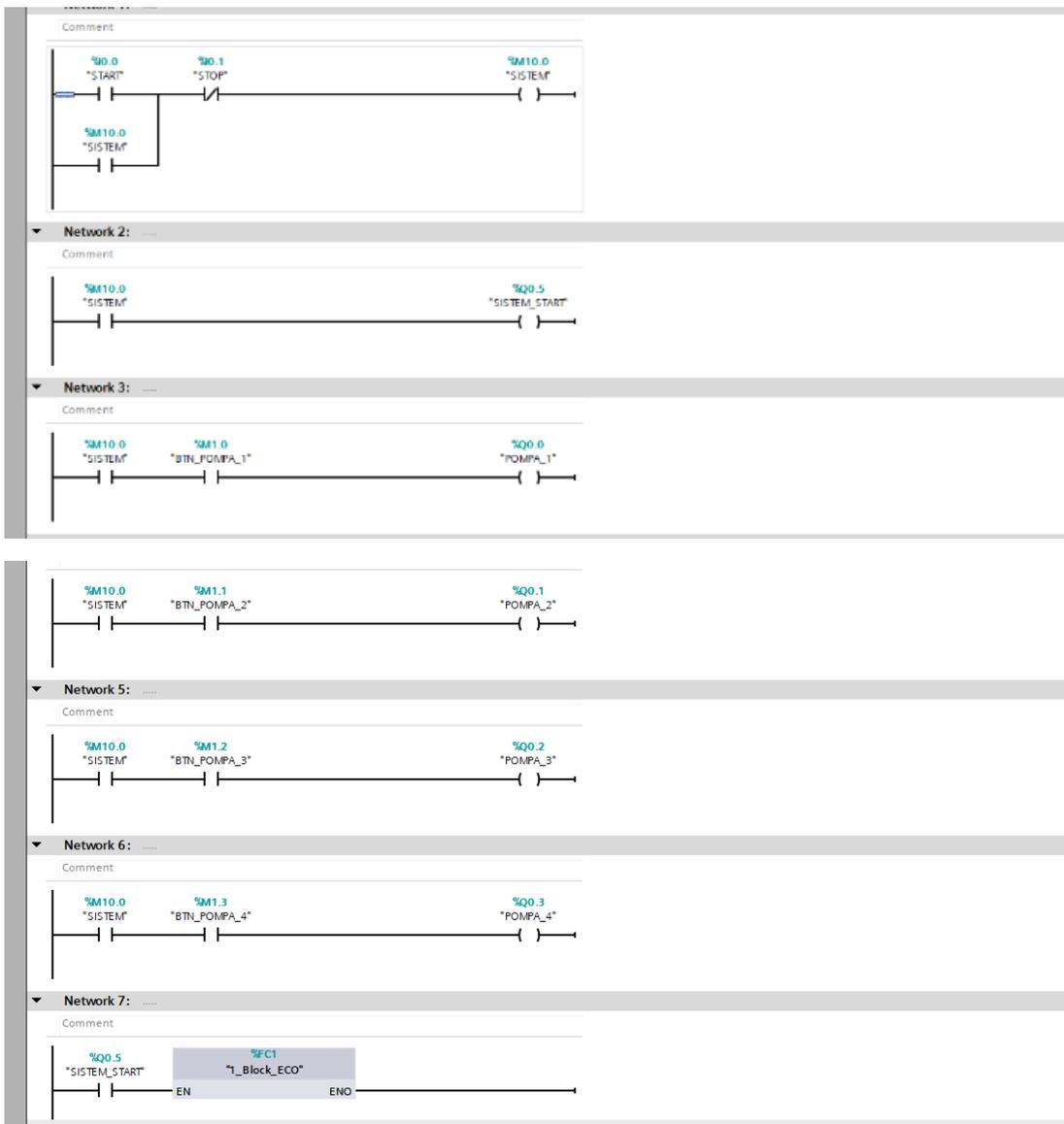
# LAMPIRAN

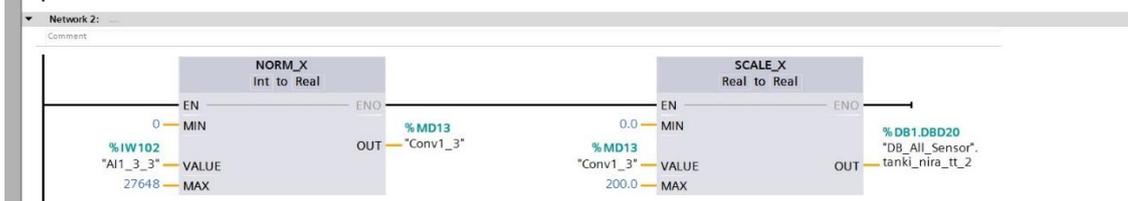
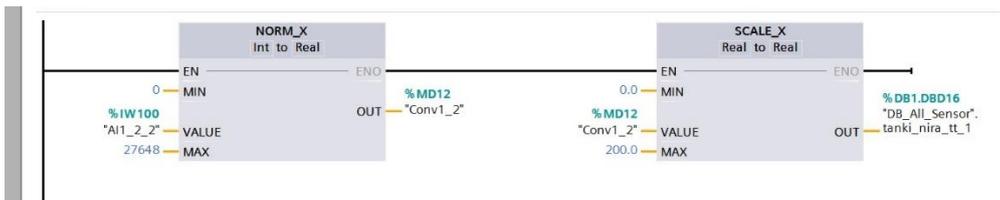
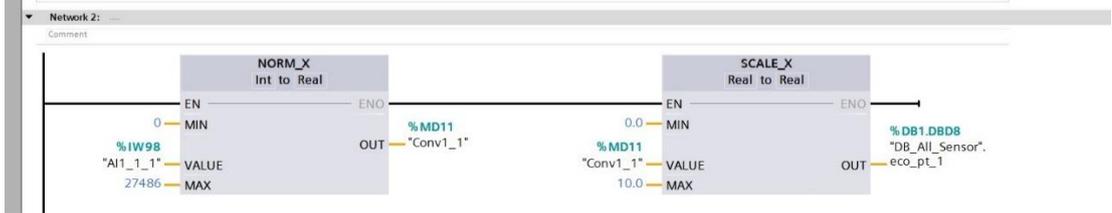
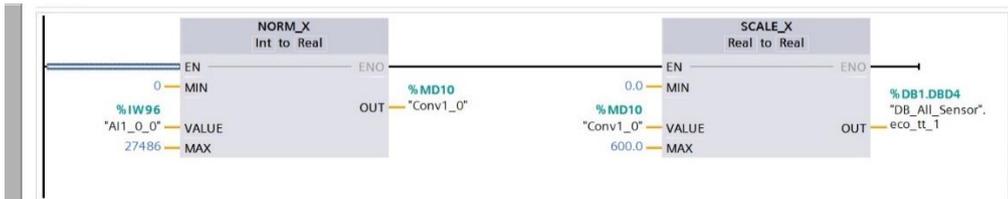


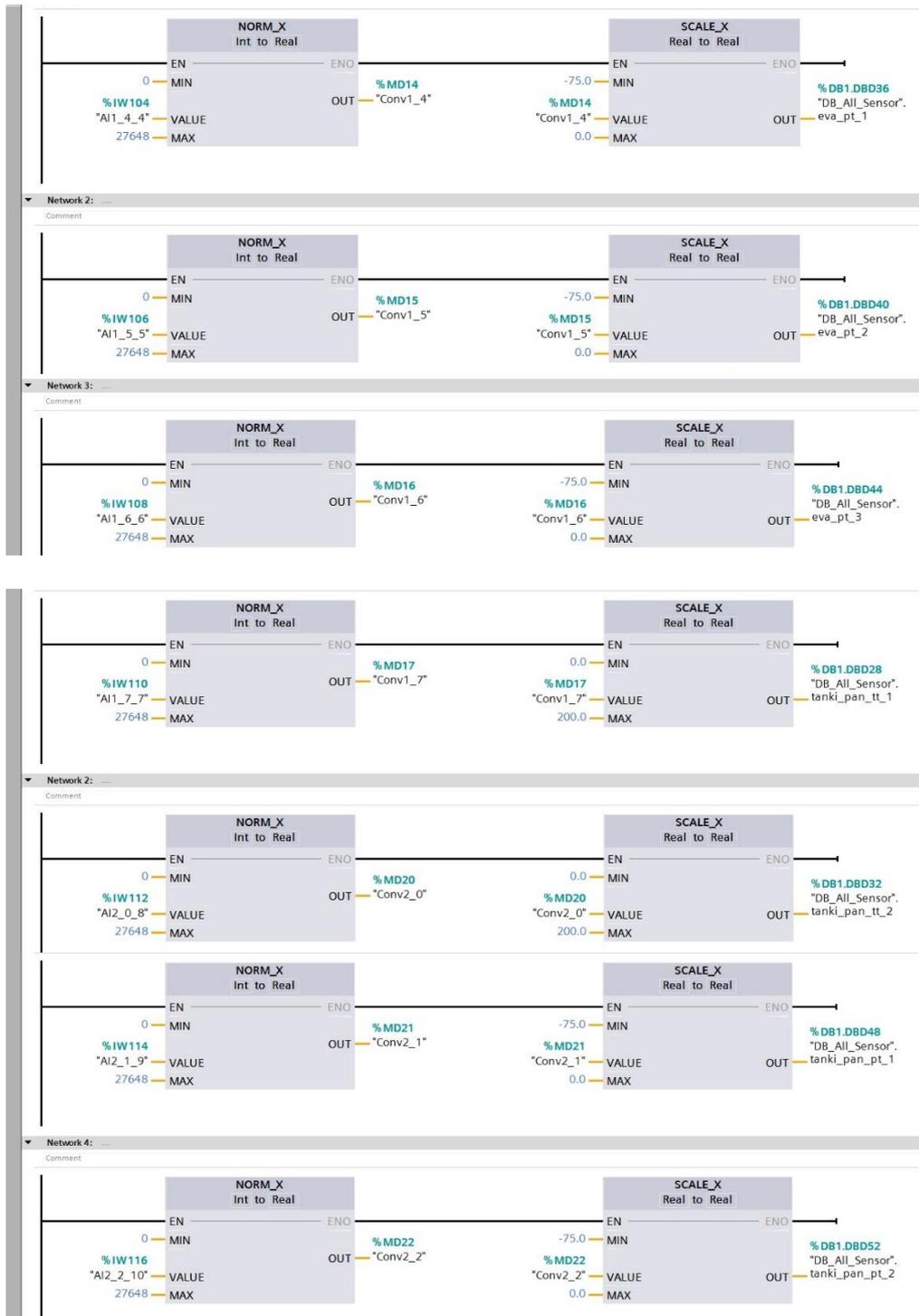












<b>Nama Item</b>	<b>Quantity dan Spesifikasi</b>	<b>Lokasi Field Instrument</b>	<b>Foto</b>
	<i>Quantity : 1 pcs</i>		
<i>Temperature Transmitter (Siemens Sitrans TH100)</i>	Spesifikasi : - <i>Supply Voltage : 8.5-36 VDC</i> - <i>Range : 0-600°C</i> - <i>Input Type : PT100</i> - <i>Sinyal Output : 4-20 mA, 2 Wire</i>	 Kettle Header	
	<i>Quantity : 1 pcs</i>		
<i>Pressure Transmitter (Wika Model A-10)</i>	Spesifikasi : - <i>Supply Voltage : 8-30 VDC</i> - <i>Range : 0-10 bar</i> - <i>Sinyal Output : 4-20 mA, 2 Wire</i>	 Kettle Header	
	<i>Quantity : 2 pcs</i>		
<i>Temperature Transmitter (Siemens Sitrans TH100)</i>	Spesifikasi : - <i>Supply Voltage : 8.5-36 VDC</i> - <i>Range : 0-600°C</i> - <i>Input Type : PT100</i> - <i>Sinyal Output : 4-20 mA, 2 Wire</i>	 Tangki Nira 1 & 2	
<i>Temperature Transmitter (Siemens Sitrans TH100)</i>	<i>Quantity : 2 pcs</i>  Spesifikasi : - <i>Supply Voltage : 8.5-</i>	 Tangki Pan Masakan	

<b>Nama Item</b>	<b>Quantity dan Spesifikasi</b>	<b>Lokasi Field Instrument</b>	<b>Foto</b>
	36 VDC - Range : 0-600°C - Input Type : PT100 - Sinyal Output : 4-20 mA, 2 Wire	1 & 2	

*Quantity : 3 pcs*

<i>Vacuum Transmitter (Wika Model A-10)</i>	Spesifikasi : - Supply Voltage : 8-30 VDC - Range : (-1)-0 bar / (-75)-0 cmHg - Sinyal Output : 4-20 mA, 2 Wire	 Tangki Evaporator 1,2 & 3	
---------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

*Quantity : 2 pcs*

<i>Vacuum Transmitter (Wika Model A-10)</i>	Spesifikasi : - Supply Voltage : 8-30 VDC - Range : (-1)-0 bar / (-75)-0 cmHg - Sinyal Output : 4-20 mA, 2 Wire	 Tangki Pan Masakan 1 & 2	
---------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

<b>Nama Item</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Quantity dan Spesifikasi</b>	<b>Foto</b>
<i>Programable Logic Controller</i>	Siemens S7-1200 1214C (6ES7214-1HG40-0XB0)	Quantity : 1 pcs Spesifikasi : - Supply Voltage : 24 V DC - Current Consumption : 1.2	

Nama Item	Deskripsi	Quantity dan Spesifikasi	Foto
		<p>A at 24 V DC</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onboard I/O : 14</li> <li>DI 24 V DC, 10</li> <li>DO relay 2 A, 2 AI</li> <li>0-10 V DC</li> <li>- Interface Type : RJ 45 (Ethernet)</li> </ul>	
		Quantity : 2 pcs	
Analog Input Modul (AI)	<p>8 Channel Analog Input Module S7-1200 AI 8Ch</p>	<p>Spesifikasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Supply Voltage : 24 V DC</li> <li>- Analog Inputs : 8 Channel</li> <li>- Input Range : <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Voltage : <math>\pm 10V</math>, <math>\pm 5V</math>, <math>\pm 2.5V</math></li> <li>b. Current : 4-20 mA dan 0-20 mA</li> </ul> </li> </ul>	
		Quantity : 1 pcs	
Power Supply 1	<p>OMRON DC Power Supply 24 VDC 10 A</p>	<p>Spesifikasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Supply Voltage : 100-240 V AC</li> <li>- Output Voltage : 24 V DC</li> <li>- Output Current : Max 10 A</li> </ul>	
		Quantity : 1 pcs	
Power Supply 2	<p>OMRON DC Power Supply 24 VDC 5 A</p>	<p>Spesifikasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Supply Voltage : 100-240 V AC</li> <li>- Output Voltage : 24 V DC</li> <li>- Output Current : Max 5 A</li> </ul>	

Nama Item	Deskripsi	Quantity dan Spesifikasi	Foto
<i>Main Circuit Braker (AC)</i>	Main Incoming Power Schneider Ic60n 2P 10A	Quantity : 1 pcs  Spesifikasi : - Rated Current : 10 A - Network Type : AC, DC	
<i>Main Circuit Braker (DC)</i> 1	MCB 24 VDC 16A 2P	Quantity : 1 pcs  Spesifikasi : - Rated Voltage : 1000 V DC - Rated Current : 16 A - Network Type : DC	
<i>Main Circuit Braker (DC)</i> 2	MCB 24 VDC 10A 2P	Quantity : 1 pcs  Spesifikasi : - Rated Voltage : 1000 V DC - Rated Current : 10 A Network Type : DC	
Relay	Control Relay OMRON LY4N 24VDC	Quantity : 7 pcs  Spesifikasi : - Coil Voltage : 24 V DC - Coil Current : 36.9 mA - Voltage Type : DC	
Terminal Block	Terminal Block Tusuk	Quantity : 90 pack  Spesifikasi : - Load Max : 800 V, 24 A	
Alarm Indicator	Buzzer 24 VDC	Quantity : 2 pcs  Spesifikasi : - Type : AD22-22MSD - Input Voltage :	

Nama Item	Deskripsi	Quantity dan Spesifikasi	Foto
		220 V AC / 24 V DC	
Lamp Indicator	Pilot Lamp 24 VDC	Quantity : 2 pcs Spesifikasi : - Input Voltage : 24 V DC	
Push Button	EWIG Push Button 24 VDC	Quantity : 2 pcs Spesifikasi : - Contact Operation : 1 NO, 1 NC	

tb\_economizer\_baru • Saved

Search

BAYU IRIANTO SWAHDEWA

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Automate Aspen Properties Aspen Simulation Workbook Help

Clipboard Font Alignment Number Styles

General Conditional Formatting Insert Delete Sort & Filter Find & Select Sensitivity Add-ins Analyze Data

Format as Table Cell Styles Format Cells Editing Sensitivity Add-ins

J5 Pressure (01-PT-001)

Data diambil setiap 15 menit																			
Temperature (01-TT-001)									Pressure (01-PT-001)										
No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA	No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA						
1	17:00	124.26	126	1.74	1.38095	7.3	1	17:00	17.32	18	0.68	3.77778	5.8						
2	17:15	123.18	126	2.82	2.2381	7.2	2	17:15	16.29	16	0.29	1.8125	5.7						
3	17:30	122.46	125	2.54	2.032	7.2	3	17:30	15.5	16	0.5	3.125	5.7						
4	17:45	122.09	125	2.91	2.328	7.2	4	17:45	15.35	15	0.35	2.33333	5.6						
5	18:00	119.03	122	2.97	2.43443	7.1	5	18:00	12.15	12	0.15	1.25	5.2						
6	18:15	123.98	126	2.02	1.60317	7.3	6	18:15	17.53	18	0.47	2.61111	5.8						
7	18:30	119.6	122	2.4	1.96721	7.1	7	18:30	13.1	14	0.9	6.42857	5.3						
8	18:45	118.92	122	3.08	2.52459	7.1	8	18:45	12.73	14	1.27	9.07143	5.3						
9	19:00	122.66	124	1.34	1.08065	7.2	9	19:00	16.05	16	0.05	0.3125	5.7						
10	19:15	120.29	124	3.71	2.99194	7.2	10	19:15	13.36	14	0.64	4.57143	5.3						
11	19:30	122.72	124	1.28	1.03226	7.2	11	19:30	15.76	16	0.24	1.5	5.7						
12	19:45	118.08	122	3.92	3.21311	7.1	12	19:45	11.57	12	0.43	3.58333	5.2						
13	20:00	118.97	122	3.03	2.48361	7.1	13	20:00	13.14	14	0.86	6.14286	5.4						
14	20:15	123.72	126	2.28	1.80952	7.3	14	20:15	17.06	18	0.94	5.22222	5.8						
15	20:30	125.02	126	0.98	0.77778	7.3	15	20:30	18.12	18	0.12	0.66667	5.9						
16	20:45	118.21	122	3.79	3.10656	7.1	16	20:45	11.72	12	0.28	2.33333	5.2						
17	21:00	114.91	120	5.09	4.24167	7	17	21:00	9.06	12	2.94	24.5	4.9						
18	21:15	107.01	112	4.99	4.45536	6.8	18	21:15	3.49	3	0.49	16.3333	4.3						
Akurasi						97.9419	Akurasi						96.4706						

tb\_economizer\_baru Pengujian

Ready

Type here to search

32°C 5:22 PM 6/30/2024

tb\_pemanasnira\_baru Pengujian

Ready

Type here to search

Data diambil setiap 15 menit														
Temperature (01-TT-002)							Temperature (01-TT-003)							
No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA	No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA	
1	17:00	32.39	34	1.61	4.73529	6.5	1	17:00	33.62	35	1.38	3.94286	6.5	
2	17:15	32.26	34	1.74	5.11765	6.5	2	17:15	33.53	35	1.47	4.2	6.5	
3	17:30	32.14	34	1.86	5.47059	6.4	3	17:30	33.48	35	1.52	4.34286	6.5	
4	17:45	32.17	34	1.83	5.38235	6.4	4	17:45	33.54	34	0.46	1.35294	6.5	
5	18:00	32.02	34	1.98	5.82353	6.4	5	18:00	33.42	34	0.58	1.70588	6.5	
6	18:15	32.03	32	0.03	0.09375	6.4	6	18:15	33.25	34	0.75	2.20588	6.5	
7	18:30	31.97	32	0.03	0.09375	6.3	7	18:30	33.21	34	0.79	2.32353	6.5	
8	18:45	31.97	32	0.03	0.09375	6.3	8	18:45	33.14	34	0.86	2.52941	6.5	
9	19:00	31.92	32	0.08	0.25	6.3	9	19:00	32.99	34	1.01	2.97059	6.5	
10	19:15	31.92	32	0.08	0.25	6.3	10	19:15	32.93	34	1.07	3.14706	6.5	
11	19:30	31.89	33	1.11	3.36364	6.5	11	19:30	32.9	34	1.1	3.23529	6.5	
12	19:45	31.76	33	1.24	3.75758	6.5	12	19:45	32.88	34	1.12	3.29412	6.6	
13	20:00	31.63	33	1.37	4.15152	6.5	13	20:00	32.63	34	1.37	4.02941	6.6	
14	20:15	31.31	33	1.69	5.12121	6.5	14	20:15	32.21	34	1.79	5.26471	6.5	
15	20:30	31.32	33	1.68	5.09091	6.5	15	20:30	32.25	34	1.75	5.14706	6.5	
16	20:45	31.25	33	1.75	5.30303	6.5	16	20:45	32.21	34	1.79	5.26471	6.5	
17	21:00	31.16	33	1.84	5.57576	6.4	17	21:00	32.23	34	1.77	5.20588	6.4	
18	21:15	31.01	33	1.99	6.0303	6.4	18	21:15	31.97	33	1.03	3.12121	6.4	
						Akurasi							Akurasi	97.2589

tb\_penguaphampa\_baru Pengujian

Ready

Type here to search

Data diambil setiap 10 menit														
Pressure Vacuum (01-PVT-001)							Pressure Vacuum (01-PVT-002)							
No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA	No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA	
1	20:14	-3.64	-4	0.36	9	19.2	1	20:14	-7.06	-8	0.94	11.75	18.4	
2	20:19	-47.97	-48	0.03	0.0625	9.7	2	20:19	-47.99	-48	0.01	0.020833	9.7	
3	20:24	-50.71	-52	1.29	2.480769	9.1	3	20:24	-50.73	-52	1.27	2.442308	9.1	
4	20:29	-53.15	-52	1.15	2.211538	8.6	4	20:29	-53.14	-52	1.14	2.192308	8.6	
5	20:44	-59.25	-60	0.75	1.25	7.3	5	20:44	-59.29	-60	0.71	1.183333	7.3	
6	20:49	-60.64	-62	1.36	2.193548	7	6	20:49	-60.7	-62	1.3	2.096774	7	
7	20:54	-60.52	-62	1.48	2.387097	7	7	20:54	-60.59	-62	1.41	2.274194	7	
8	20:59	-60.37	-62	1.63	2.629032	7.1	8	20:59	-60.44	-62	1.56	2.516129	7.1	
9	21:04	-60.26	-62	1.74	2.806452	7.1	9	21:04	-60.34	-62	1.66	2.677419	7.1	
10	21:09	-60.15	-62	1.85	2.983871	7.1	10	21:09	-60.19	-62	1.81	2.919355	7.1	
11	21:14	-60.04	-62	1.96	3.16129	7.1	11	21:14	-60.09	-62	1.91	3.080645	7.1	
						Akurasi							Akurasi	2.800481

tb\_evaporator\_baru - Saved

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Automate Aspen Properties Aspen Simulation Workbook Help

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing Sensitivity Add-ins Analyze Data

J29

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
15		10	21:09	-60.15	-62	1.85	2.983871	7.1		10	21:09	-60.19	-62	1.81	2.919355	7.1		
16		11	21:14	-60.04	-62	1.96	3.16129	7.1		11	21:14	-60.09	-62	1.91	3.080645	7.1		
17						Akurasi	2.800481							Akurasi	2.265645			
18																		
19																		
20		<b>Pressure Vacuum (01-PVT-003)</b>																
21		No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA										
22		1	20:14	-18.03	-20	1.97	9.85	16.1										
23		2	20:19	-47.79	-48	0.21	0.4375	9.8										
24		3	20:24	-50.56	-52	1.44	2.769231	9.2										
25		4	20:29	-53.02	-52	1.02	1.961538	8.6										
26		5	20:44	-59.29	-60	0.71	1.183333	7.3										
27		6	20:49	-60.7	-62	1.3	2.096774	7										
28		7	20:54	-60.57	-62	1.43	2.306452	7										
29		8	20:59	-60.46	-62	1.54	2.483871	7.1										
30		9	21:04	-60.35	-62	1.65	2.66129	7.1										
31		10	21:09	-60.2	-62	1.8	2.903226	7.1										
32		11	21:14	-60.1	-62	1.9	3.064516	7.1										
33						Akurasi	2.228069											
34																		
35																		

tb\_penguaphampa\_baru Pengujian

tb\_panaskan\_baru - Saved

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Automate Aspen Properties Aspen Simulation Workbook Help

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing Sensitivity Add-ins Analyze Data

S8

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S			
3		<b>Data diambil setiap 15 menit</b>																				
4		<b>Temperature (01-TT-004)</b>									<b>Temperature (01-TT-005)</b>											
5		No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA		No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA						
6		1	17:00	74.48	77	2.52	3.27273	9.9		1	17:00	116.76	120	3.24	2.7	13.3						
7		2	17:15	74.96	77	2.04	2.64935	9.9		2	17:15	115.94	118	2.06	1.74576	13.2						
8		3	17:30	75.43	77	1.57	2.03896	10		3	17:30	116.22	120	3.78	3.15	13.3						
9		4	17:45	75.11	77	1.89	2.45455	10		4	17:45	115.6	118	2.4	2.0339	13.2						
10		5	18:00	74.1	76	1.9	2.5	9.8		5	18:00	113.73	116	2.27	1.9569	13						
11		6	18:15	73.41	76	2.59	3.40789	9.7		6	18:15	117.48	120	2.52	2.1	13.3						
12		7	18:30	74.31	76	1.69	2.22368	9.9		7	18:30	113.56	116	2.44	2.10345	13						
13		8	18:45	72.03	76	3.97	5.22368	9.6		8	18:45	113.06	116	2.94	2.53448	13						
14		9	19:00	75.25	76	0.75	0.98684	10		9	19:00	117.08	120	2.92	2.43333	13.3						
15		10	19:15	74.46	76	1.54	2.02632	9.9		10	19:15	114.89	116	1.11	0.9569	13.1						
16		11	19:30	75.74	76	0.26	0.34211			11	19:30	116.83	118	1.17	0.99153							
17		12	19:45	73.69	75	1.31	1.74667			12	19:45	112.93	114	1.07	0.9386							
18		13	20:00	73.05	75	1.95	2.6			13	20:00	113.22	115	1.78	1.54783							
19		14	20:15	77.12	75	2.12	2.82667			14	20:15	116.47	117	0.53	0.45299							
20		15	20:30	78.11	75	3.11	4.14667			15	20:30	118.21	118	0.21	0.17797							
21		16	20:45	75.53	75	0.53	0.70667			16	20:45	114.1	116	1.9	1.63793							
22		17	21:00	73.05	73	0.05	0.06849			17	21:00	109.97	112	2.03	1.8125							
23		18	21:15	67.67	70	2.33	3.32857			18	21:15	101.65	104	2.35	2.25962							
24						Akurasi	97.3216							Akurasi	97.8285							

tb\_panaskan\_baru Pengujian

AutoSave On tb\_panasakan\_b... Saved Search BAYU IRIANTO SHAHDEWA

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Automate Aspen Properties Aspen Simulation Workbook Help

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing Sensitivity Add-ins Analyze Data

O46 =100-(AVERAGE(O28:O37))

Pressure Vacuum (01-PVT-004)							Pressure Vacuum (01-PVT-005)						
No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA	No	Waktu	Pembacaan Sensor	Pembacaan Gauge (Validator)	Koreksi	Error	mA
1	17:00	-36.57	-56	19.43	34.6964	12.1	1	17:00	-61.21	-64	2.79	4.35928	6.9
2	17:15	-35.65	-55	19.35	35.1818	12.3	2	17:15	-61.73	-64	2.27	3.54688	6.8
3	17:30	-35.27	-55	19.73	35.8727	12.4	3	17:30	-62.65	-62	0.65	1.04839	6.6
4	17:45	-34.93	-55	20.07	36.4909	12.5	4	17:45	-62.99	-62	0.99	1.59677	6.5
5	18:00	-34.39	-54	19.61	36.3148	12.6	5	18:00	-61.56	-62	0.44	0.70968	6.8
6	18:15	-34.55	-56	21.45	38.3036	12.6	6	18:15	-63.31	-62	1.31	2.1129	6.4
7	18:30	-33.85	-54	20.15	37.3148	12.7	7	18:30	-59.63	-60	0.37	0.61667	7.2
8	18:45	-34.27	-54	19.73	36.537	12.6	8	18:45	-61.6	-64	2.4	3.75	6.8
9	19:00	-34.09	-56	21.91	39.125	12.7	9	19:00	-60.79	-62	1.21	1.95161	7
10	19:15	-33.85	-56	22.15	39.5536	12.7	10	19:15	-60.62	-62	1.38	2.22581	7
11	19:30	-33.66	-56	22.34	39.8929		11	19:30	-59.84	-60	0.16	0.26667	
12	19:45	-33.79	-54	20.21	37.4259		12	19:45	-60.54	-60	0.54	0.9	
13	20:00	-33.99	-54	20.01	37.0556		13	20:00	-60.79	-60	0.79	1.31617	
14	20:15	-33.01	-54	20.99	38.8704		14	20:15	-56.46	-58	1.54	2.65517	
15	20:30	13.89	-56	69.89	124.804		15	20:30	-57.87	-56	1.87	3.33929	
16	20:45	13.89	-4	17.89	447.25		16	20:45	-0.26	-2	1.74	87	
17	21:00	2.41	0	2.41	-		17	21:00	0.09	0	0.09	-	
18	21:15	2.25	0	2.25	-		18	21:15	0.17	0	0.17	-	
						63.0609							97.8082

tb\_panasakan\_baru Pengujian

Ready Type here to search 31°C 5:45 PM 6/30/2024

## BIODATA PENULIS



Bayu Irianto Syahdewa, lahir di kota Surabaya tanggal 11 Januari 2002. Sejak kecil tinggal di Kabupaten Sidoarjo dan bersekolah disana sampai jenjang SD. Setelah itu dari SMP dan SMA bersekolah di kota Surabaya yaitu SMPN 19 dan SMAN 16 Surabaya. Sejak di bangku SMP sangat menyukai kegiatan kepramukaan. Hingga pada tahun 2020 lulus jenjang SMA disaat pandemic virus corona menyerang dunia dan akhirnya diterima pada kampus

perjuangan yaitu Institut Teknologi Sepuluh Nopember di jurusan Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi. Pada perkuliahan di Teknik Instrumentasi ini penulis jadi memahami apa saja itu instrumen di industri dan cara kerjanya.