

TUGAS AKHIR - VI 231733

**SISTEM PELAPORAN HASIL KALIBRASI ALAT
PENGUKUR TEKANAN OTOMATIS BERBASIS
KOMUNIKASI MODBUS TCP/IP**

ACHMAD RAFSIE PRANATA

NRP 2042201115

Dosen Pembimbing 1

Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.

NIP 1997202012047

Dosen Pembimbing 2

Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.

NIP 1993202012024

Program Studi Rekayasa Teknologi Instrumentasi

Departemen Teknik Instrumentasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

Halaman ini sengaja dikosongkan



TUGAS AKHIR - VI 231733

SISTEM PELAPORAN HASIL KALIBRASI ALAT PENGUKUR TEKANAN OTOMATIS BERBASIS KOMUNIKASI MODBUS TCP/IP

ACHMAD RAFSIE PRANATA

NRP 2042201115

Dosen Pembimbing 1

Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.

NIP 1997202012047

Dosen Pembimbing 2

Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.

NIP 1993202012024

Program Studi Rekayasa Teknologi Instrumentasi

Departemen Teknik Instrumentasi

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - VI 231733

**AUTOMATIC REPORT SYSTEM PRESSURE SENSOR
CALIBRATION BASED ON MODBUS TCP/IP
COMMUNICATION**

ACHMAD RAFSIE PRANATA

NRP 2042201115

Advisor 1

Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.

NIP 1997202012047

Advisor 2

Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.

NIP 1993202012024

Instrumentation Technology Engineering Study Program

Department of Instrumentation Engineering

Faculty of Vocation

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

**APPROVAL SHEET
FINAL PROJECT**

**AUTOMATIC REPORT SYSTEM PRESSURE SENSOR CALIRATION BASED ON
MODBUS TCP/IP COMMUNICATION**

By :



ACHMAD RAFSIE PRANATA
NRP. 2042201115

Surabaya, 10 July 2024

Approved,

Advisor 1



Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.
NPP. 1997202012047

Approved,

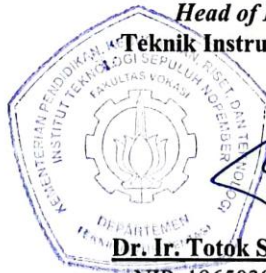
Advisor 2



Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

*Acknowledge,
Head of Department*

Teknik Instrumentasi FV-ITS



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

Halaman ini sengaja dikosongkan

**APPROVAL SHEET
FINAL PROJECT**

**AUTOMATIC REPORT SYSTEM PRESSURE SENSOR CALIRATION BASED ON
MODBUS TCP/IP COMMUNICATION**

By :



ACHMAD RAFSIE PRANATA
NRP. 2042201115

Surabaya, 10 July 2024

Approved,

Advisor 1



Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.
NPP. 1997202012047

Approved,

Advisor 2



Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

*Acknowledge,
Head of Department*

Teknik Instrumentasi FV-ITS



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

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP

PROPOSAL TUGAS AKHIR

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

Oleh : **ACHMAD RAFSIE PRANATA**

NRP. 2042201115

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.  Pembimbing
2. Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.  Ko-pembimbing
3. Ir. Dwi Nur Fitriyanah, S.ST., M.T.  Penguji 1
4. Ir. Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.  Penguji 2

SURABAYA

Juli , 2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

APPROVAL SHEET





AUTOMATIC REPORT SYSTEM PRESSURE SENSOR CALIRATION BASED ON MODBUS TCP/IP COMMUNICATION

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: ACHMAD RAFSIE PRANATA
NRP. 2042201115

Approved by Final Project Examiner Team:

1. Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.  *Advisor 1*
2. Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.  *Advisor 2*
3. Ir. Dwi Nur Fitriyanah, S.ST., M.T.  *Examiner 1*
4. Ir. Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.  *Examiner 2*

SURABAYA
July, 2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa / NRP : Achmad Rafsje Pranata / 2042201115

Departemen : Teknik Instrumentasi

Dosen Pembimbing / NIP : Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T. / 1997202012047

Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T. / 1993202012024

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP " 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, 10 Juli 2024

Mahasiswa,



Achmad Rafsje Pranata
NRP. 2042201115

Mengetahui,

Dosen Pembimbing 1,



Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.
NIP/NPP. 1997202012047

Dosen Pembimbing 2,



Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NIP/NPP. 1993202012024

Halaman ini sengaja dikosongkan

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP: Achmad Rafsje Pranata / 2042201115

Department : Instrumentation Engineering

Advisor / NPP : Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T./ 1997202012047
Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T./ 1993202012024

hereby declare that the Final Project with the Title of "AUTOMATIC REPORT SYSTEM PRESSURE SENSOR CALIRATION BASED ON MODBUS TCP/IP COMMUNICATION" 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, 10 July 2024

Student,



Achmad Rafsje Pranata
NRP. 2042201115

Acknowledg

Advisor 1,

Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T.
NPP. 1997202012047

Advisor 2,

Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T.
NPP. 1993202012024

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP

Nama Mahasiswa / NRP : Achmad Rafsie Pranata / 2042201115
Departemen : Teknik Instrumentasi FV - ITS
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T

Abstrak

Kegiatan pengukuran tekanan umumnya menggunakan *pressure gauge* sebagai *local indicator* dan *pressure transmitter* sebagai komponen yang mampu mengirimkan hasil pembacaan tekanan pada *control room*. Data diolah agar dapat menjalankan proses seperti yang diinginkan. Semua alat pengukur yang digunakan perlu dikalibrasi minimal setiap setahun sekali berdasarkan ISO 17025:2008 dengan tujuan mengetahui performa dari alat pengukur tekanan dan melakukan penyesuaian apabila diperlukan. Umumnya, kalibrasi konvensional memakan waktu rata-rata 50 menit karena proses pelaporan hasil kalibrasi yang masih dibuat secara manual. Proses tersebut pada umumnya dilakukan pencatatan pada kertas kemudian dibuat pada *software excel*. Mengingat pentingnya alat ukur dan proses kalibrasi, maka pada Penelitian ini dibuat Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP yang memiliki fitur otomatis mulai dari pembacaan, pencatatan, pembuatan laporan hasil kalibrasi hingga dapat melakukan persetujuan secara *real time* melalui aplikasi telegram kepada verifikator dengan meningkatkan efisiensi waktu dari kalibrasi konvensional dan tetap mempertahankan nilai akurasi yang tinggi. Komunikasi modbus TCP/IP terbukti efektif dalam mengonversi pembacaan *pressure transmitter*, didapatkan nilai eror sebesar 0,5069% dan nilai akurasi mencapai 99,4931% dari perbandingan antara *local indicator* dengan pembacaan monitor. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu meningkatkan efisiensi waktu hingga 89%, dibandingkan total waktu kalibrasi konvensional.

Kata kunci: Efisiensi Waktu, Kalibrasi Tekanan, Pelaporan Otomatis

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

AUTOMATIC REPORT SYSTEM PRESSURE SENSOR CALIBRATION BASED ON MODBUS TCP/IP COMMUNICATION

Student Name / NRP : Achmad Rafsie Pranata / 2042201115
Department : Teknik Instrumentasi FV - ITS
Advisor : Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T
Advisor : Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T

Abstract

Pressure measurement activities generally use a pressure gauge as a local indicator and a pressure transmitter as a component capable of sending pressure readings to the control room. The data is processed in order to run the process as desired. All gauges used need to be calibrated at least once a year based on ISO 17025: 2008 with the aim of knowing the performance of the pressure gauge and making adjustments if necessary. Generally, conventional calibration takes an average of 50 minutes because the process of reporting calibration results is still made manually. The process is generally recorded on paper and then made in excel software. Considering the importance of measuring instruments and the calibration process, in this study, a Modbus TCP/IP Communication-Based Automatic Pressure Gauge Calibration Reporting System was created that has automatic features ranging from reading, recording, making calibration result reports to being able to approve in real time through the telegram application to the verifier by increasing the time efficiency of conventional calibration and still maintaining high accuracy values. Modbus TCP/IP communication proved effective in converting pressure transmitter readings, obtained an error value of 0.5069% and an accuracy value of 99.4931% from the comparison between the local indicator and the monitor reading. In addition, test results show that this system is able to increase time efficiency up to 89%, compared to the total time of conventional calibration.

Keywords: Time Efficiency, Pressure Calibration, Automatic Report

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah Subhana Wata'ala atas segala limpahan rahmat hidayat dan karunia-Nya. Laporan Tugas Akhir yang berjudul “sistem pelaporan hasil kalibrasi alat pengukur tekanan otomatis berbasis komunikasi modbus TCP/IP” dapat diselesaikan tepat pada waktunya dengan penuh tantangan dan pengalaman baru. Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa dengan terselesaikannya Laporan Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, semangat, serta bimbingan yang diberikan berbagai pihak, baik bersifat moral maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih antara lain kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya.
2. Kedua orang tua dan budhe saya yang selalu memberi dukungan moral dan bantuan doa yang selalu dipanjatkan setiap waktu
3. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA. selaku Kepala Departemen Teknik Instrumentasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Serta selaku dosen pembimbing magang.
4. Ibu Ir. Safira Firdaus Mujiyanti, S.T., M.T. dan Ibu Ir. Putri Yeni Aisyah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing saya supaya menjadi lulusan yang tidak hanya lulus saja
5. Ibu Ir. Dwi Nur Fitriyanah, ST., M.T. dan Bapak Ir. Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 1 dan Dosen Penguji 2 pada Tugas Akhir ini.
6. Rahma Permata Sari yang selaku *support system* disegala aspek
7. Teman – Teman I26 TIRTA IMPENSUS yang selalu memberi bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Marga Putra Madani I27 selaku asisten dalam pengerjaan Tugas Akhir ini yang selalu meyempatkan waktu untuk berdiskusi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang turut membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Surabaya, Juli 2024



Achmad Rafsie Pranata
NRP: 2042201115

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
<i>APPROVAL SHEET</i>	ix
LEMBAR PENGESAHAN.....	xi
<i>APPROVAL SHEET</i>	xiii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	xv
<i>STATEMENT OF ORIGINALITY</i>	xvii
ABSTRAK.....	xix
<i>ABSTRACT</i>	xxi
KATA PENGANTAR	xxiii
DAFTAR ISI.....	xxv
DAFTAR GAMBAR	xxix
DAFTAR TABEL.....	xxxii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hasil Penelitian/Perancangan Terdahulu.....	3
2.2 Teori Penunjang.....	4
2.2.1 Elemen Sistem Pengukuran.....	4
2.2.2 Sistem Kalibrasi.....	5
2.2.3 <i>Unified Modeling Language (UML)</i>	7
2.2.4 Karakteristik Statik.....	11
2.2.5 Protokol Modbus	14
2.2.6 <i>Pressure Transmitter</i>	16
2.2.7 <i>Pressure Transducer</i>	16
2.2.8 <i>Pressure Gauge</i>	17
2.2.9 <i>Check Valve</i>	18
2.2.10 Telegram Bot API.....	18
BAB 3 METODOLOGI	21
3.1 Metode Yang Digunakan.....	21

3.2	Bahan dan Peralatan Yang Digunakan	21
3.3	Urutan Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.3.1	Studi Literatur	25
3.3.2	Perancangan <i>Hydraulic Pressure Calibration Station</i>	25
3.3.3	Perancangan <i>Hardware</i>	27
3.3.4	Penentuan Komponen Pada <i>Hardware</i>	30
3.3.5	Validasi Komponen.....	32
3.3.6	Perakitan <i>Hardware</i>	32
3.3.7	Perancangan <i>Interface</i>	32
3.3.8	Pembuatan Program	38
3.3.9	Integrasi <i>Hardware</i> Dengan <i>Software</i>	39
3.3.10	<i>Acceptance Test</i> Pada <i>Plant</i>	39
3.3.11	Proses Kalibrasi Alat.....	40
3.3.12	Analisis Kinerja Alat.....	41
3.3.13	Pembuatan Laporan.....	41
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
4.1	Hasil Pembuatan Alat	43
4.1	Hasil Pembuatan <i>Hardware</i> Alat.....	43
4.1.1	Hasil <i>Wiring Electrical</i> Alat	44
4.1.2	Hasil Pembuatan <i>Software</i> Alat	45
4.2	Hasil validasi komponen.....	49
4.2.1	Validasi Manual <i>Pressure Gauge</i>	49
4.2.2	Validasi Manual <i>Pressure Transmitter</i> Ashcroft GC51	50
4.2.3	Kalibrasi <i>Pressure Transmitter</i> Beumer Y913	53
4.3	<i>Acceptance Test</i>	55
4.3.1	Leak Test.....	56
4.3.2	<i>Electrical Check</i>	58
4.3.3	<i>Loop Check</i>	58
4.4	Pengujian Kinerja Alat.....	59
4.4.1	Pengujian Performa Komunikasi Modbus TCP/IP	60
4.4.2	Pengujian Efisiensi Waktu Kalibrasi	63
BAB 5	KESIMPULAN	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65

DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	73
Lampiran 1. Datasheets Alat Pengukur Tekanan	73
Lampiran 2. Tabel Validasi Manual <i>Pressure Gauge</i> Schuh PX40	75
Lampiran 3. Tabel Validasi Manual <i>Pressure Transmitter</i> Ashcroft GC51	76
Lampiran 4. Dokumentasi Validasi Manual <i>Pressure Gauge</i> Schuh PX40.....	77
Lampiran 5. Dokumentasi Validasi Manual <i>Pressure Transmitter</i> Ashcroft GC51	81
Lampiran 6. Dokumentasi Kalibrasi <i>Pressure Transmitter</i> Beumer Y913	87
Lampiran 7. Hasil Tampilan <i>Software</i>	88
Lampiran 8. Program Visual Studio	92
BIODATA PENULIS	107

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja sistem hidrolik (subandiyo, 2024)	4
Gambar 2.2 Diagram blok pengukuran sistem otomatisasi	5
Gambar 2.3 Diagram blok pengukuran <i>transmitter</i>	5
Gambar 2.4 Prinsip kerja kalibrasi menggunakan <i>dead weight tester</i> (<i>Mechanical Technology</i> , 2014).....	6
Gambar 2.5 Standar lembar kalibrasi.....	6
Gambar 2.6 <i>Class Diagram</i> (Dicoding Intern, 2021)	7
Gambar 2.7 <i>Object Diagram</i> (Creately.com, 2024).....	8
Gambar 2.8 <i>Component Diagram</i> (Drawio.com, 2023)	8
Gambar 2.9 <i>Usecase Diagram</i> (Dicoding Intern, 2021).....	9
Gambar 2.10 <i>Activity Diagram</i> (Dicoding Intern, 2021).....	10
Gambar 2.11 <i>Interaction overview diagram</i> (Sparxsystems.com, 2024)	10
Gambar 2.12 <i>Sequence diagram</i> (Dicoding Intern, 2021).....	11
Gambar 2.13 Presisi dan akurasi (Triyan, 2019)	13
Gambar 2.14 Linieritas (F A K Yudha, 2021)	13
Gambar 2.15 Histerisis (F A K Yudha, 2021)	14
Gambar 2.16 <i>Modbus gateway ethernet I/O</i> (aliexpress.us, 2019).....	15
Gambar 2.17 Struktur <i>frame modbus TCP</i> (ResearchGate, 2019)	15
Gambar 2.18 <i>Pressure transmitter Ashcroft GC51</i> (Sensors, 2011)	16
Gambar 2.19 Prinsip kerja <i>pressure transducer</i> (Engineering, 2018).....	17
Gambar 2.20 <i>Pressure gauge</i> (Dubai Sensor, 2024)	17
Gambar 2.21 Prinsip kerja <i>check valve</i> (Nursahid, 2021).....	18
Gambar 2.22 Ilustrasi komunikasi Telegram BOT API (ResearchGate, 2018).....	19
Gambar 2.23 Diagram blok komunikasi Telegram bot API	19
Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian	25
Gambar 3.2 Skema perancangan sistem	26
Gambar 3.3 P&ID <i>hydraulic pressure calibration station</i>	27
Gambar 3.4 Desain 2D dengan komponen	28
Gambar 3.5 Desain 2D dengan dimensi.....	28
Gambar 3.6 Desain 3D <i>hardware</i>	29
Gambar 3.7 <i>Wiring diagram</i>	29
Gambar 3.8 Skematik Komponen.....	30
Gambar 3.9 Desain <i>Interface</i>	33
Gambar 3.10 <i>Class Diagram</i>	34
Gambar 3.11 <i>Object Diagram</i>	34
Gambar 3.12 <i>Component diagram</i>	35
Gambar 3.13 <i>Usecase Diagram</i>	36
Gambar 3.14 <i>Activity Diagram</i>	37
Gambar 3.15 <i>Sequence Diagram</i>	37
Gambar 3.16 <i>Overview Diagram</i>	38
Gambar 3.17 Tabel hasil kalibrasi pada excel	39
Gambar 4.1 Hasil pembuatan <i>hardware</i>	43
Gambar 4.2 Hasil <i>wiring electrical</i>	44

Gambar 4.3 <i>Software</i> kalibrasi alat pengukur tekanan.....	45
Gambar 4.4 Hasil lembar kalibrasi oleh <i>software</i>	47
Gambar 4.5 Hasil pengiriman data kalibrasi melalui bot Telegram.....	48
Gambar 4.6 Grafik validasi <i>pressure gauge</i> Schuh	49
Gambar 4.7 Grafik Histerisis PG Schuh.....	50
Gambar 4.8 Grafik validasi tekanan naik dan turun.....	51
Gambar 4.9 Grafik Histerisis PT Ashcroft GC51	51
Gambar 4.10 Grafik linieritas <i>pressure transmitter</i> Ashcroft GC51.....	53
Gambar 4.11 Grafik linieritas <i>pressure transmitter</i> Beumer Y913.....	54
Gambar 4.12 Sertifikat kalibrasi PT Beumer Y913	55
Gambar 4.13 Hasil tampilan pada <i>software</i> pada percobaan <i>auto master</i>	60
Gambar 4.14 Hasil tampilan pada <i>software</i> pada percobaan <i>all auto</i>	61
Gambar 4.15 Grafik performa komunikasi modbus TCP/IP.....	63
Gambar 4.16 Hasil pengujian efisiensi waktu mode <i>all auto</i>	63
Gambar 4.17 Hasil pengujian efisiensi waktu mode <i>auto master</i>	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	3
Tabel 3.1 Bahan dan peralatan yang digunakan	21
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Injector Nozzle Tester S60H</i>	30
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Pressure transmitter</i> dengan lokal indikator	30
Tabel 3.4 <i>Pressure Transmitter</i>	31
Tabel 3.5 <i>Pressure Gauge</i>	31
Tabel 3.6 <i>Ethernet Remote I/O Network Modbus TCP RTU Gateway</i>	31
Tabel 3.7 <i>Tubing</i>	32
Tabel 4.1 Keterangan <i>equipment</i> dalam alat.....	44
Tabel 4.2 Deskripsi fungsi yang terdapat pada <i>software</i>	46
Tabel 4.3 Data hasil validasi <i>pressure gauge</i> Schuh	50
Tabel 4.4 Data hasil validasi <i>pressure transmitter</i> Ashcroft GC51.....	52
Tabel 4.5 Data hasil <i>scalling</i> PT Ashcroft GC51	52
Tabel 4.6 Data hasil <i>scalling</i> PT Beumer Y913	53
Tabel 4.7 Hasil <i>leak test</i>	56
Tabel 4.8 <i>Electrical Checksheets</i>	58
Tabel 4.9 <i>Check sheets loop check</i>	59
Tabel 4.10 Hasil pengujian fungsi <i>average</i> PT Beumer Y913.....	61
Tabel 4.11 Hasil pengujian fungsi <i>average</i> PT Ashcroft GC51	62
Tabel 4.12 Hasil uji performa mode <i>all auto</i>	62

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya dalam *plant*/pabrik terdapat proses pengukuran untuk mengukur variabel proses, seperti kegiatan pengukuran tekanan pada boiler menggunakan *pressure gauge* (Perangin-Angin, 2014). Pengukuran tekanan dalam suatu proses dinilai cukup penting dalam berbagai sektor industri seperti *oil and gas*, *petrochemical*, dan sektor lainnya. Sebagai contoh ketidaktepatan pengukuran tekanan menyebabkan terjadinya ledakan pabrik kimia di China pada tahun 2019, kejadian ini disebabkan karena kegagalan pencampuran senyawa kimia hingga tekanan yang ada pada tangki reaktor berlebih (*overpressure*) (Yang et al., 2020). Hasil penelitian memberikan dukungan teknis untuk manajemen harian untuk pencegahan seperti kalibrasi menurut standar dan pengendalian risiko minyak dan gas pipa supaya tidak terjadi *overpressure* hingga menyebabkan ledakan (Liu et al., 2023).

Kegiatan pengukuran dalam suatu proses umumnya menggunakan *transmitter*, sebuah *instrument* yang berfungsi sebagai pengukur variabel proses dalam sebuah *plant*/pabrik (Syahputra Arief, Muhaimin, 2022). Berdasarkan kejadian yang disebabkan oleh tekanan berlebih atau kebocoran tekanan pada pipa, *pressure transmitter* sangat penting untuk memantau dan mengendalikan proses untuk keselamatan dalam proses industri (Hashemian & Jiang, 2009). Terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pembacaan alat pengukur, diantaranya yaitu akurasi pembacaan, *range* pembacaan, *zero point* dari alat pengukur, dan nilai eror (Quezada et al., 2023). Pembacaan dari sebuah *transmitter* juga diatur dalam ISO 9001:2008 klausul 7.6. Pembacaan dari *pressure transmitter* harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan untuk menyamakan nilai konvensional sebuah alat ukur yang disebut dengan kegiatan dekalibrasi (Firdaus et al., 2020). Kalibrasi yang harus dilakukan secara berkala paling tidak setahun sekali, atau paling banyak dua tahun sekali (Afrizal & Kunang, 2022). Hal ini penting untuk menjaga kualitas produk, mencegah cacat produk, menghindari kegagalan unit proses, serta untuk mengurangi resiko potensial dan mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja (Junaedi et al., 2020)

Kalibrasi dapat dilakukan secara internal maupun eksternal, kalibrasi internal dilakukan di dalam instansi/individu pengguna alat sendiri. Kalibrasi eksternal dilakukan oleh pihak yang berwenang dan memiliki standar ISO/IEC 17025 untuk mengeluarkan sertifikat kalibrasi (Fadly & Dewi, 2019). Dalam standar nasional teknis pelaksanaan kalibrasi diatur oleh Menteri Ketenagakerjaan, diatur dalam surat keputusan SKKNI nomor 53 tahun 2022. Surat keputusan tersebut menjelaskan pengertian kalibrasi yaitu membandingkan nilai baca pada alat ukur dengan alat ukur standar yang memiliki ketertelusuran ke hierarki yang lebih tinggi dan Alat standar atau kalibrator adalah standar kalibrasi yang digunakan untuk mengkalibrasi alat ukur atau alat uji.

Hal ini yang melatar belakangi dibuatnya penelitian mengenai “*Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP*” karena di departemen Teknik *instrumentasi* ITS khususnya pada laboratorium pengukuran saat ini belum memiliki alat simulator kalibrasi untuk alat pengukur tekanan berskala industri sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa. Kemudian faktor lainnya yaitu berdasarkan kurikulum yang berlaku semenjak tahun 2020 hingga saat ini, pendidikan vokasional merupakan pendidikan yang memiliki komposisi 60% praktik dan 40% teori (Fajar & Hartanto, 2019). Selain itu, dalam penelitian ini terdapat penambahan fitur otomatis pada alat. Penambahan fitur ini digunakan sebagai upaya efisiensi terhadap waktu (Adin, 2021). Upaya ini dilakukan karena

dalam kalibrasi proses rekap data yang dilakukan seringkali memakan banyak waktu, oleh karena itu fitur otomatis ini ditambahkan.

Diharapkan alat penelitian ini mampu membantu departemen dan mahasiswa sebagai media dalam pelaksanaan praktikum di Laboratorium Pengukuran guna menunjang wawasan mengenai alat alat yang digunakan dalam industri serta bagaimana cara melakukan *maintenance* pada alatya. Saat ini praktikum mata kuliah yang sangat erat kaitanya dengan alat ini diantaranya yaitu : Dasar sistem *instrumentasi*, Teknologi Sensor dan *Transmitter*, Mekanika Fluida Terapan, Teknik Pengukuran, Teknik Kalibrasi, *Engineering Commissioning*, *Predictive Maintenance*, dan *Troubleshooting*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, penulis mendapatkan beberapa rumusan masalah dalam melakukan penelitian ini.

1. Bagaimana hasil perancangan sistem pelaporan kalibrasi alat pengukur tekanan otomatis dengan mendapatkan hasil nilai eror di bawah 5%?
2. Bagaimana hasil kinerja sistem otomatisasi pelaporan kalibrasi alat pengukur tekanan menggunakan media hidrolik berbasis komunikasi modbus TCP/IP terhadap upaya efisiensi waktu pelaksanaan kalibrasi alat pengukur tekanan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Terdapat 3 alat pengukur dengan rincian yaitu *pressure gauge*, *pressure transmitter* dan *pressure transducer*
2. Menggunakan sistem hidrolik dengan oli atau aquades sebagai fluidanya
3. Tekanan yang digunakan maksimal 150 psi
4. Hanya melakukan *zero* untuk aksi *adjustment* apabila hasil kalibrasi yang didapat tidak sesuai

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian mengenai *Sistem Otomatisasi Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan menggunakan media Hydraulic berbasis Komunikasi Modbus TCP* ini yaitu :

1. Dapat membuat sistem kalibrasi alat pengukur tekanan yang dapat digunakan untuk pengaturan ketika alat pengukur tekanan tidak bekerja dengan baik.
2. Dapat membuat sistem pelaporan hasil kalibrasi yang dilakukan secara otomatis hingga menampilkan data untuk memudahkan dalam analisis kinerja dan efisiensi waktu.

1.5 Manfaat

Penelitian yang diusulkan ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Departemen
Perancangan sistem kalibasi alat pengukur dapat menjadi media penunjang bagi departemen dalam melakukan pembelajaran khususnya pada praktikum untuk dapat mengetahui dan memahami bagaimana cara melakukan kalibrasi.
2. Bagi mahasiswa
Mengembangkan pengetahuan dan kemampuan mahasiswa Teknik *Instrumentasi* dalam menguasai keilmuan pengukuran *field instrument*.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian/Perancangan Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang didapat sebagai acuan keterbaharuan alat yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

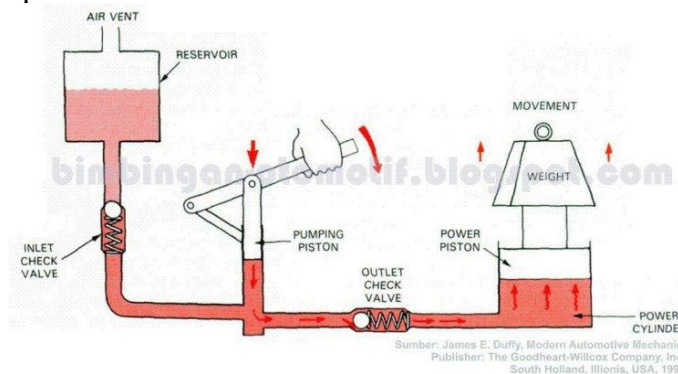
Judul, Penulis & Tahun	Metode	Hasil
<i>Hydraulics and Pneumatics: Operational Characteristics and Control for Modern Industry Applications</i> (Papoutsidakis et al., 2019)	Pada penelitian ini, dibahas mengenai kelebihan dan kekurangan dari penggunaan <i>hydraulic</i> dan <i>pneumatic</i> pada <i>instrument</i> .	Didapatkan bahwa penggunaan fluida <i>hydraulic</i> lebih presisi karena kecepatan kerja yang digunakan relatif lebih rendah dan mampu bekerja pada tekanan tinggi.
<i>Automation of Hydraulic Dead Weight Tester</i> (Chauhan et al., 2020)	Otomatisasi kalibrasi <i>pressure sensor</i> menggunakan <i>dead weight tester</i> dan ethernet hub dalam penampil data pada <i>LabView</i> .	Kalibrasi <i>pressure sensor</i> menggunakan <i>dead weight tester</i> dapat ditampilkan pada <i>LabView</i> dengan bantuan ethernet, namun tampilan yang dibuat dalam kalibrasi masih cukup sederhana.
<i>Module for Virtual Calibration of Sensors of Agricultural Spraying Systems (temperature, pressure and flow) Using an Arduino-based Architecture and a Controller Area Network Bus (CAN)</i> (Andrade et al., 2018)	Kalibrasi menggunakan <i>Controller Area Network Bus (CAN)</i> dengan <i>arduino</i> sebagai <i>mikrokontroler</i> untuk 3 proses variabel yaitu <i>temperature</i> , <i>pressure</i> dan <i>flow</i>	Platform ini memungkinkan untuk mengonfigurasi algoritma pengawasan kalibrasi untuk sensor yang dapat memberikan pengukuran dari ketiga variabel yang dipertimbangkan ini, sebagai serta komunikasi berdasarkan penggunaan bus CAN
Rancang Bangun Sistem Kendali <i>Pneumatic Pump</i> Dalam Proses Kalibrasi <i>Pressure Transmitter</i> (Afrizal & Kunang, 2022)	Pada penelitian ini, kalibrasi <i>pressure transmitter</i> dengan <i>pneumatic</i> sehingga menggunakan <i>compressor</i> sebagai input tekanan.	Berdasarkan hasil pengujian tekanan maksimal 5 bar, didapat persentase nilai kesalahan (% of Span Error) di bawah 0,5% <i>Full Scale</i> , karena keberadaan tekanan sisa mempengaruhi waktu kenaikan tekanan.
<i>Tower Crane Remote Wireless Monitoring System Based on Modbus/TCP Protocol</i> (Li et al., 2017)	Kontrol <i>tower crane</i> menggunakan modul ZWG-28A dengan komunikasi modbus TCP/IP	Penggunaan Modbus TCP/IP sebagai protokol komunikasi sensor dengan alarm dan <i>control</i> untuk mengontrol <i>tower crane</i> sehingga mampu melakukan kontroling dari jauh.

Tabel Lanjutan Penelitian Terdahulu

Judul, Penulis & Tahun	Metode	Hasil
Perancangan perbaikan equipment kalibrasi <i>pressure gauge</i> dengan metode analisis perancangan kerja di PT. Surya Toto Indonesia Tbk (Junaedi et al., 2020)	Perhitungan waktu efisiensi kalibrasi <i>pressure gauge</i> yang digunakan pada PT. Surya Toto Indonesia Tbk	Diperoleh waktu baku proses kalibrasi <i>pressure gauge</i> hingga selesai adalah 2979.4 detik atau kurang lebih 50 menit.

2.2 Teori Penunjang

Pada penelitian “*Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP*” ini fluida yang dipakai merupakan oli atau aquades dengan prinsip sistem hidrolik. Prinsip dasar sistem hidrolik adalah pemanfaatan tekanan fluida untuk menghasilkan kerja mekanik. Tekanan aliran oli yang digunakan dalam sistem hidrolik dihasilkan oleh pompa hidrolik, kemudian dialirkan melalui selang penghubung ke aktuator silinder untuk menghasilkan energi gerakan linear atau rotasi. Sistem hidrolik ini menggunakan minyak hidrolik yang bersifat tak dapat dimampatkan dan mendistribusikannya ke seluruh komponen hidrolik dengan tekanan yang seragam (Abadi, 2019). Prinsip kerja dari sistem hidrolik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



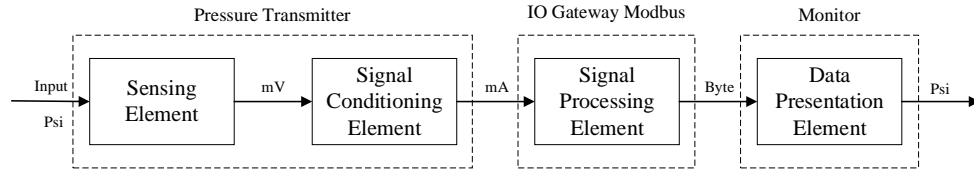
Gambar 2.1 Prinsip kerja sistem hidrolik (subandiyo, 2024)

Prinsip kerja sistem hidrolik didapatkan berdasarkan hukum pascal yang berbunyi “Tekanan yang diberikan pada suatu zat cair di dalam suatu wadah, akan diteruskan ke segala arah dan sama besar” dimana tekanan yang digunakan kepada suatu fluida yang luas penampangnya tertutup diteruskan tanpa berkurang besarnya kepada setiap bagian fluida dan dinding-dinding yang berisi fluida tersebut (Petrus, 2017). Seperti yang telah digambarkan, terdapat *check valve* dalam penggunaan fluida hidrolik guna mencegah adanya *back flow*. Oleh karena itu, tekanan dalam fluida statis harus mempunyai sifat – sifat seperti tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang, tekanan di setiap titik sama untuk semua arah dan tekanan yang diberikan kesebagian fluida dalam tempat tertutup merambat secara seragam ke bagian lain.

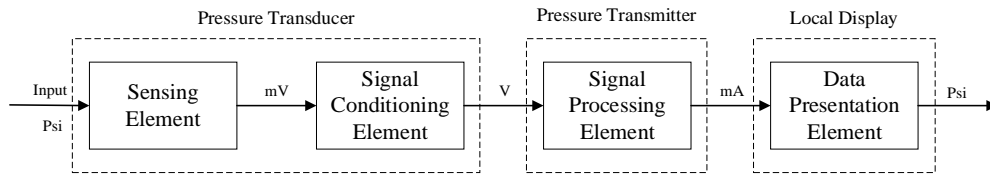
2.2.1 Elemen Sistem Pengukuran

Pengukuran merupakan proses sistematis untuk menggambarkan atau menilai besaran suatu objek atau fenomena dengan menggunakan satuan ukuran yang telah ditetapkan (Coskun et al., 2022). Tujuan utama pengukuran adalah menghasilkan data yang akurat, konsisten, dan dapat diandalkan untuk mendukung pemahaman, analisis, atau pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini, satuan pengukuran tekanan yang dipakai adalah psi. Selain itu untuk mendapatkan nilai besaran dari suatu objek diperlukan sebuah sistem pengukuran dengan diagram blok pengukuran (Bentley, 2005). Diagram blok pengukuran merupakan acuan yang

digunakan dalam sistem pengukuran yang menjelaskan mulai dari *sensing element* hingga mampu menampilkan data sesuai dengan yang diinginkan (Mujiyanti et al., 2022). Dalam penelitian ini, sistem pengukuran yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Gambar 2.2 Diagram blok pengukuran sistem otomatisasi



Gambar 2.3 Diagram blok pengukuran *transmitter*

a. *Sensing Element*

Sensing Element yang umumnya disebut sensor adalah elemen pertama yang bersentuhan langsung dengan objek yang diukur. Fungsi dari sensor yaitu untuk mengubah besaran pengukuran menjadi besaran sinyal yang dapat diukur.

b. *Signal Conditioning Element*

Signal Conditioning Element adalah proses pengondisian sinyal yang diterima dari sensor sehingga dapat diproses lebih lanjut. Keluaran dari proses ini dalam standar yang digunakan dalam industri terdapat beberapa macam diantaranya untuk analog 4-20 mA dan 1-5 V, untuk digital 1 0, kemudian untuk sinyal pneumatik yaitu 3-15 psi.

c. *Signal Processing Element*

Signal Processing Element adalah proses yang memiliki fungsi mengubah sinyal yang telah dikondisikan sesuai dengan besaran keluaran dari *field instrument* yang digunakan. Pada proses ini umumnya dilakukan *scaling* untuk menyamakan besaran standar dengan spesifikasi *range* pembacaan alat.

d. *Data Presentation Element*

Data Presentation Element adalah proses untuk menampilkan data hasil pengukuran, pada penelitian ini data ditampilkan secara lokal, dan menggunakan *software* yang dibuat.

2.2.2 Sistem Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses menentukan nilai, melihat ketidakpastian pembacaan dari *field instrument* menggunakan sebuah alat kalibrator/alat pembanding yang sudah tersertifikasi supaya sesuai dengan standar yang berlaku (Saxholm et al., 2018). Berbeda dengan validasi yang proses penilaian terhadap sejauh mana suatu metode pengukuran dapat diandalkan dan menghasilkan hasil yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Sebaliknya, kalibrasi lebih difokuskan pada langkah-langkah penyesuaian atau perbandingan *instrument* dengan standar yang diketahui, bertujuan untuk memastikan akurasi dan ketepatan hasil pengukuran yang dihasilkan oleh *instrument* tersebut (Dequeker et al., 2023).

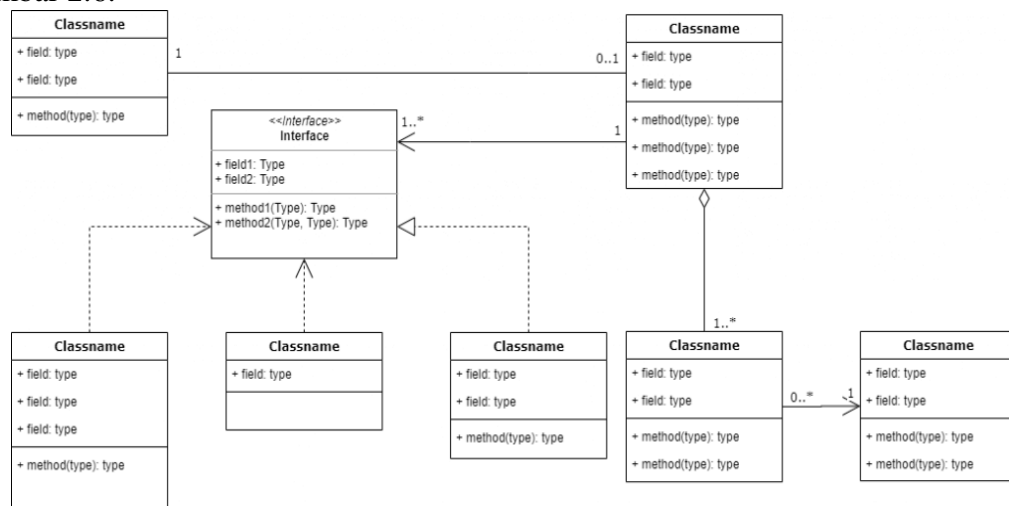
Dalam kalibrasi alat pengukur tekanan terdapat dua macam fluida yang digunakan sebagai media fluida yang digunakan yaitu hidrolik dan pneumatik, dengan beberapa metode kalibrasi yang digunakan. Sistem kalibrasi yang dibuat bertujuan untuk menentukan nilai dari *pressure sensor* yang digunakan menggunakan sistem hidrolik. Prinsip kerja kalibrasi

2.2.3 Unified Modeling Language (UML)

Unified Modeling Language adalah bahasa standar yang digunakan untuk memodelkan, mendokumentasikan, dan merancang sistem perangkat lunak. UML adalah alat yang sangat digunakan dalam pengembangan perangkat lunak dan sistem berbasis perangkat lunak (Thomas et al., 2021). Pembuatan penelitian ini menggunakan *modeling* UML untuk mempermudah dalam pengelompokan data tampilan dalam *interface* yang akan digunakan karena bersifat *object oriented* (Haviluddin, 2011). Dalam UML menggunakan diagram – diagram seperti *structure diagram*, *behavior diagram*, dan *interaction diagram* yang dijabarkan seperti berikut :

1. Class Diagram (*structure diagram*)

Class Diagram adalah salah satu diagram struktur yang paling umum digunakan dan masuk dalam . Ini menggambarkan kelas dan hubungan antara kelas, termasuk atribut dan operasi yang dimiliki oleh setiap kelas. Operasi serta keterkaitan di antara kelas-kelas dapat disajikan dengan bantuan *Class Diagram*. Diagram ini berguna untuk memvisualisasikan struktur kelas-kelas dalam suatu sistem dan merupakan jenis diagram yang sering digunakan. Selama fase desain, Diagram Kelas berfungsi untuk menangkap struktur dari seluruh kelas yang membentuk arsitektur sistem yang sedang dikembangkan. Contoh pengelompokan data dari *Class Diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.6.

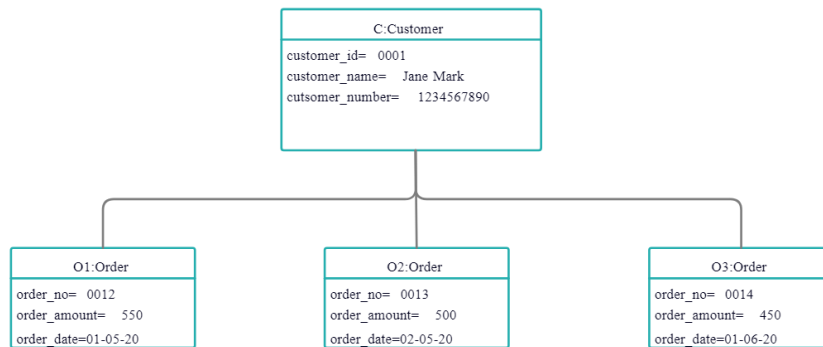


Gambar 2.6 *Class Diagram* (Dicoding Intern, 2021)

Dalam *Class Diagram* UML, disetiap bloknya mengacu pada komponen utama yang digunakan untuk merepresentasikan kelas dan elemen-elemen terkait dalam sistem perangkat lunak. Setiap blok mewakili satu kelas dalam sistem dan memiliki tiga bagian utama : bagian atas untuk nama kelas, bagian tengah untuk atribut, dan bagian bawah untuk metode. Bagian atas blok menampilkan nama kelas dengan jelas, sementara bagian tengah menyajikan atribut – atribut yang dimiliki oleh kelas tersebut, seperti variabel atau data yang dimiliki oleh objek kelas. Bagian bawah blok biasanya memuat daftar metode atau fungsi yang dapat dipanggil oleh objek kelas untuk melakukan operasi tertentu. Dengan menyatukan informasi ini dalam satu blok, *Class Diagram* memberikan gambaran yang jelas tentang struktur dan perilaku kelas dalam sistem *software*, yang memudahkan pengembangan, dokumentasi, dan pemeliharaan sistem tersebut.

2. Object Diagram (structure diagram)

Object Diagram dalam UML adalah representasi grafis atau pendetailan dari *Class Diagram* dan hubungan antara mereka pada suatu waktu tertentu dalam sebuah sistem. Ini menggambarkan isi dari blok kelas-kelas yang didefinisikan dalam *Class Diagram*. Setiap objek ditampilkan sebagai kotak dengan nama kelas di bagian atas, diikuti oleh atribut dan nilai-nilainya. Hubungan antar objek ditunjukkan dengan panah yang menunjukkan arah hubungan, seperti asosiasi, komposisi, atau agregasi. Diagram objek memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana objek-objek berinteraksi satu sama lain dalam sistem pada saat tertentu, membantu para pengembang dalam pemahaman dan pemodelan arsitektur sistem secara menyeluruh seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.

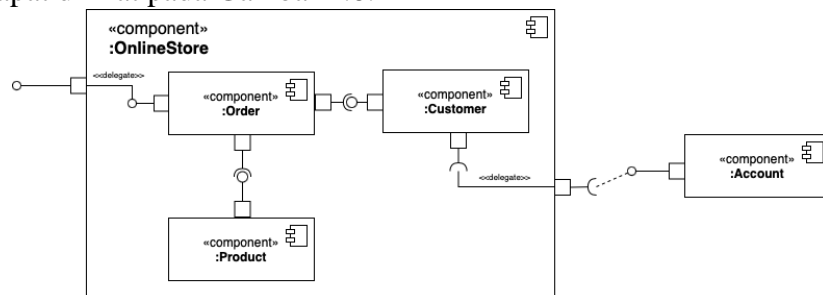


Gambar 2.7 Object Diagram (Creately.com, 2024)

Dalam gambar *Object Diagram* yang dibuat, terdapat berbagai objek yang direpresentasikan sebagai kotak dengan nama objek di bagian atas dan atribut-atributnya di bagian tengah. Setiap objek dihubungkan dengan panah atau garis yang menunjukkan hubungan antar objek, seperti asosiasi, atau komposisi. Melalui diagram ini, dapat melihat bagaimana objek-objek tersebut saling berinteraksi dan berhubungan satu sama lain dalam konteks sistem yang diwakili oleh diagram tersebut. Informasi yang disajikan dalam *Object Diagram* membantu untuk memahami struktur dan interaksi objek dalam sistem pada titik waktu tertentu, sehingga memberikan pandangan yang lebih mendalam tentang bagaimana sistem beroperasi secara konkret.

3. Component Diagram (structure diagram)

Component diagram dalam UML adalah representasi visual dari komponen-komponen fisik atau logis dalam sebuah sistem dan hubungan antar komponen. Ini menggambarkan struktur sistem dengan menyoroti komponen-komponen yang ada, seperti file, pustaka, modul, atau layanan, dan bagaimana mereka saling berinteraksi. Dalam penelitian ini *component diagram* digunakan untuk mengelompokkan dari komponen yang akan dibuat dengan tujuan yang jelas. Penggunaan dari *component diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

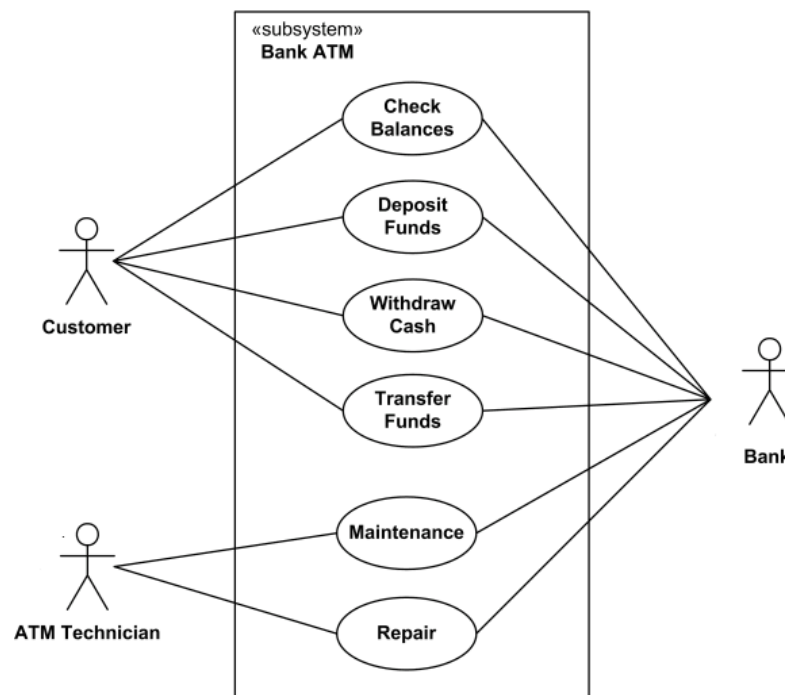


Gambar 2.8 Component Diagram (Drawio.com, 2023)

Dalam gambar *component diagram* yang dibuat, komponen-komponen sistem direpresentasikan sebagai kotak dengan nama komponen di dalamnya. Setiap komponen dapat memiliki *interface* yang menentukan cara komponen tersebut berinteraksi dengan komponen lainnya. Hubungan antar komponen ditunjukkan dengan panah yang mengarah dari komponen satu ke komponen lainnya, menunjukkan ketergantungan atau keterhubungan antar mereka.

4. *Usecase Diagram (behavior diagram)*

Usecase Diagram adalah bentuk diagram dalam UML (*Unified Modeling Language*) yang mengilustrasikan keterkaitan antara sistem dan *user*. *usecase* memberikan gambaran mengenai jenis interaksi antara *user* dari sistem dan sistem itu sendiri. Pemahaman *Usecase* dapat memaparkan berbagai interaksi yang mungkin terjadi antara *user* dan sistem. Penggunaan *Usecase Diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.9.

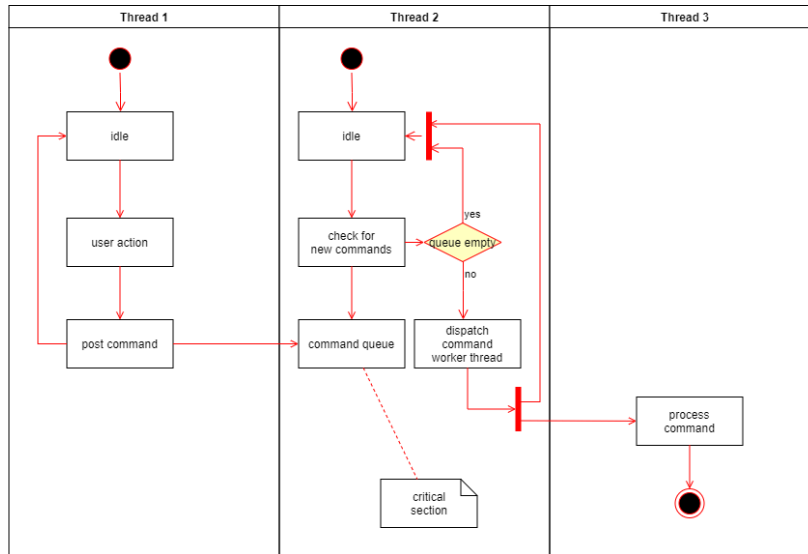


Gambar 2.9 *Usecase Diagram* (Dicoding Intern, 2021)

Dalam gambar *Usecase Diagram* yang dibuat, aktor-aktor tersebut direpresentasikan sebagai simbol elips dengan label yang menunjukkan peran mereka dalam sistem. *Usecase*, yang merupakan fungsi-fungsi atau tindakan-tindakan yang dapat dilakukan oleh sistem, diwakili oleh oval dengan label di dalamnya. Garis-garis yang menghubungkan aktor dengan *usecase* menunjukkan keterlibatan aktor dalam tindakan atau fungsi tertentu. Selain itu, hubungan antara *usecase* satu dengan yang lain juga dapat ditunjukkan dalam diagram ini, menunjukkan bagaimana *usecase* saling terkait dalam sistem.

5. *Activity Diagram (behavior diagram)*

Menyajikan aktivitas, objek, keadaan, perubahan keadaan, dan peristiwa, *Activity Diagram* merinci perilaku sistem dalam konteks kegiatan. Dengan kata lain, diagram alur kerja menggambarkan cara sistem berperilaku selama aktivitas tertentu. Sama seperti urutan proses operasi suatu sistem dan diperlihatkan secara vertikal. Gambar permodelan *Activity Diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.10.

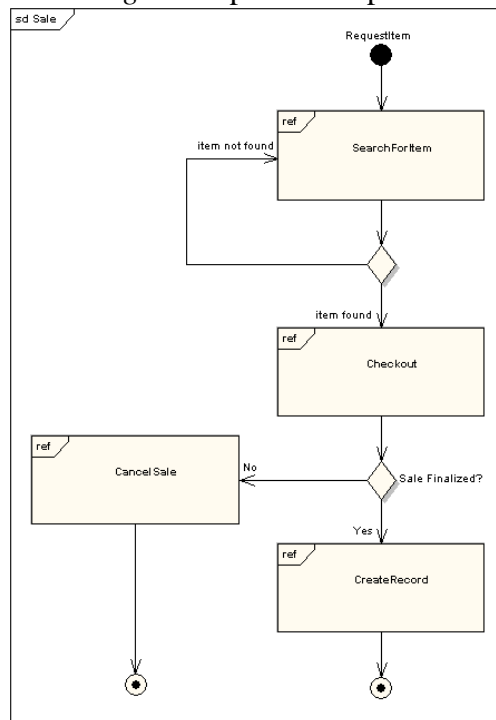


Gambar 2.10 Activity Diagram (Dicoding Intern, 2021)

Dalam gambar *Activity Diagram* yang telah dibuat, aktivitas-aktivitas direpresentasikan sebagai simbol oval dengan label yang menjelaskan kegiatan yang dilakukan. Garis-garis panah menghubungkan aktivitas-aktivitas ini, menunjukkan urutan atau aliran dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya. Selain aktivitas, diagram ini juga dapat mencakup penggunaan keputusan dan percabangan untuk menunjukkan aliran kontrol dalam proses.

6. *Overview Diagram (interaction diagram)*

Interaction overview diagram dalam UML adalah alat visualisasi yang digunakan untuk memberikan pandangan umum tentang bagaimana objek-objek dalam sebuah sistem berinteraksi satu sama lain. Diagram ini menggambarkan alur kontrol dari interaksi dalam sistem tanpa memperhatikan detail pesan atau urutan waktu spesifik. Penggunaan standar mengenai *interaction diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.11.

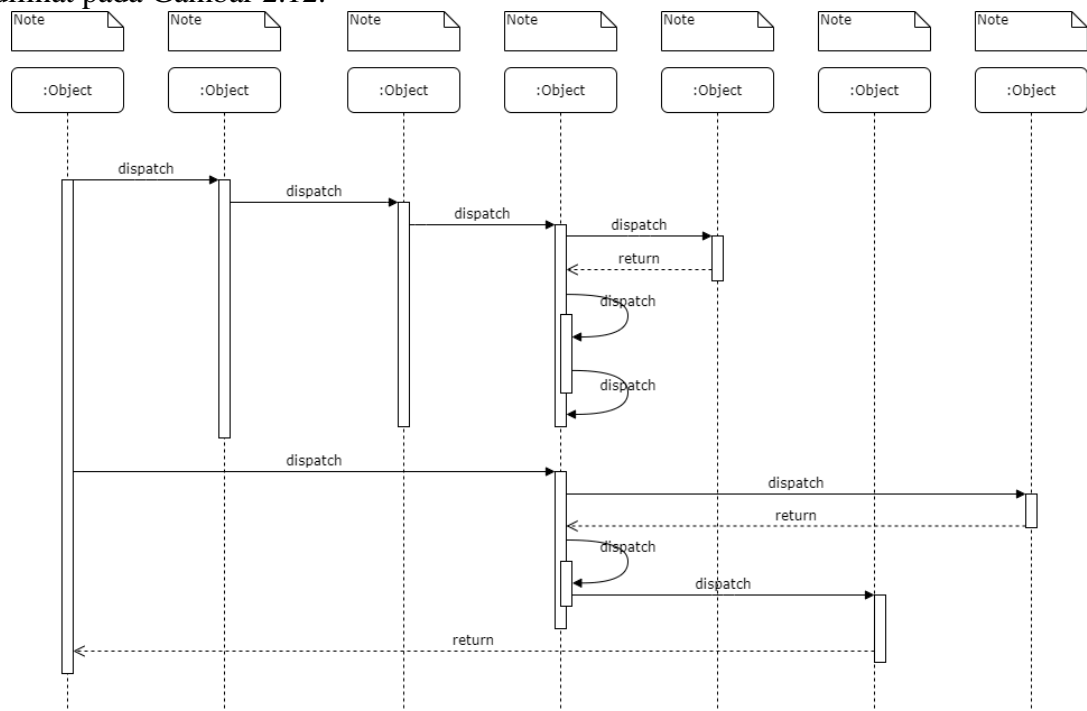


Gambar 2. 11 Interaction overview diagram (Sparxsystems.com, 2024)

Melalui *Interaction Overview Diagram*, dapat memvisualisasikan secara keseluruhan bagaimana berbagai diagram interaksi saling terhubung dan berinteraksi dalam konteks sistem yang lebih besar. Diagram ini membantu dalam memahami hubungan antara berbagai proses atau interaksi dalam sistem, serta memungkinkan untuk menyoroti interaksi yang paling penting atau kritis dalam suatu skenario tertentu.

7. *Sequence Diagram (interaction diagram)*

Sequence diagram menggambarkan interaksi antara objek-objek dengan mengikuti susunan waktu. Secara sederhana, *sequence diagram* menyajikan representasi tahap demi tahap, termasuk urutan logis perubahan yang harus dilakukan untuk mencapai hasil sesuai dengan gambaran *Usecase Diagram*. Pembuatan *sequence diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 *Sequence diagram* (Dicoding Intern, 2021)

Dalam gambar *sequence diagram* yang telah dibuat, objek-objek direpresentasikan sebagai kotak dengan nama objek di dalamnya, dan interaksi antara objek-objek tersebut ditampilkan dalam bentuk pesan yang dikirim dari satu objek ke objek lainnya. Pesan-pesan ini direpresentasikan sebagai panah dengan label yang menunjukkan nama pesan, serta garis waktu (*dispatch*) yang menunjukkan durasi atau waktu kehidupan objek dalam diagram.

2.2.4 Karakteristik Statik

Pada umumnya informasi mengenai ketidakpastian suatu sensor tertera dalam *datasheets* yang dikeluarkan oleh pabrikan. Spesifikasi sensor dapat memberikan panduan kepada pengguna mengenai penggunaan yang tepat. Pengguna perlu memahami bahwa ada ketidaksempurnaan dalam aspek teknis, selama tidak melampaui batas yang telah ditetapkan (Paulus P.L. Regtien & Dertien, 2018).

Karakteristik statik dari sebuah alat ukur adalah aspek yang perlu dipertimbangkan saat alat tersebut digunakan untuk mengukur keadaan yang relatif stabil atau alat ukur yang tidak bergantung waktu. (Fransiscus Xaverius Ariwibisono & Widodo Pudji Muljanto, 2023). Karakteristik pada alat ukur dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. *Range*

Range adalah jarak dari sebuah pengukuran yakni nilai pengukuran minimum dan nilai pengukuran maksimum.

2. *Span*

Span adalah selisih antara nilai pengukuran maksimum dan nilai pengukuran minimum. Perhitungan dari *span* input dapat dilihat pada Persamaan 2.1 dan untuk *span* output dapat dilihat pada Persamaan 2.2.

$$\Delta I = I_{max} - I_{min} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\Delta O = O_{max} - O_{min} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

ΔI = *Span* input

ΔO = *Span* Output

I_{max} = Nilai input maksimal

I_{min} = Nilai input minimal

O_{max} = Nilai output maksimal

O_{min} = Nilai output minimal

3. *Eror*

Eror adalah selisih antara nilai pengukuran dari sensor dengan alat ukur standar. Untuk menghitung nilai *eror* dan persentase *eror* dapat dilihat Persamaan 2.3 dan Persamaan 2.4 di bawah ini.

$$E = |Y_n - X_n| \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\%E = \frac{|e|}{Y_n} \times 100\% \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

E = *eror* absolut/koreksi

Y_n = nilai sebenarnya atau nilai master

X_n = nilai terukur atau nilai *unit under test*

$\%E$ = *prosen* *eror*

4. *Akurasi*

Akurasi merupakan kedekatan nilai pengukuran alat ukur uji dengan nilai pengukuran alat ukur standar. Nilai *akurasi* dikuantifikasi menggunakan nilai keasalahan atau *eror* dari pengukuran. Untuk menghitung nilai *akurasi* dan persentase *akurasi* dapat dilihat Persamaan 2.5 di bawah ini.

$$\%A = 100\% - \%E \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

A = *Akurasi*

$\%A$ = *Prosen* *akurasi*

5. *Presisi*

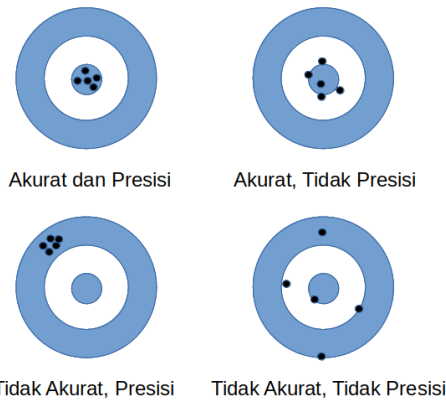
Presisi adalah kemampuan sistem pengukuran untuk menampilkan ulang output yang sama pada pengukuran berulang dengan input yang sama. Ketepatan ini didapat meski telah berulang kali dilakukan pengukuran. Persamaan untuk mencari nilai *repeatability* dapat dilihat pada Persamaan 2.6. Serta ilustrasi dari perbedaan *presisi* dan *akurasi* dapat dilihat pada Gambar 2.13

$$presisi = \frac{\bar{e}}{\Delta O} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

\bar{e} = rata – rata nilai *eror*

ΔO = *Span* output



Gambar 2.13 Presisi dan akurasi (Triyan, 2019)

Berdasarkan Gambar 2.13 dapat dilihat perbedaan antara presisi dan akurasi. Hasil pembacaan yang akurat adalah yang mendekati sesuai dari yang diinginkan dan hasil pembacaan yang presisi adalah hasil yang didapatkan sama atau mendekati secara berulang.

6. Sensitivitas

Sensitivitas adalah kemampuan sensor dalam mendeteksi perbedaan antara keluaran output yang dihasilkan dengan perubahan yang terjadi pada masukan (input) yang diterima. Tingkat sensitivitas ini menunjukkan sejauh mana sensor mampu merespons kualitas yang diukur. Semakin tinggi sensitivitas suatu sensor, semakin responsif sensor tersebut terhadap variasi masukan yang diterimanya. Ini mengindikasikan kualitas yang lebih baik dari sensor yang bersangkutan. Perhitungan nilai sensitivitas dapat dilihat pada Persamaan 2.7 di bawah ini.

$$\text{Sensitivitas} = \frac{\Delta O}{\Delta I} \dots\dots\dots(2.7)$$

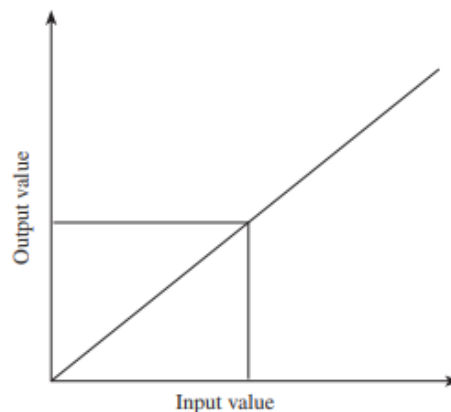
Dimana :

ΔO = Span output

ΔI = Span input

7. Linieritas

Linieritas adalah deviasi maksimum keluaran sistem pengukuran dari garis lurus tertentu yang diterapkan pada plot titik data pada kurva nilai terukur (keluaran) versus nilai ukur (masukan). Dapat dikatakan linier apabila hubungan input dan outputnya merupakan suatu garis lurus. Ilustrasi dari grafik linieritas dapat dilihat pada Gambar 2.14 dan perhitungan nilai linieritas dapat dilihat pada Persamaan 2.8, 2.9 di bawah ini.



Gambar 2.14 Linieritas (F A K Yudha, 2021)

Grafik yang linier didapatkan apabila pembacaan antara sumbu x dan sumbu y membentuk garis lurus atau nilai nilai Oideal yang tepat. Dalam penelitian ini langkah atau pembacaan mA digunakan sebagai sumbu x dan pembacaan tekanan (psi) digunakan sebagai sumbu y untuk melihat linieritas hasil pembacaan dari alat pengukur.

$$O_{ideal} = KI + a \dots\dots\dots(2.8)$$

$$K = \frac{\Delta O}{\Delta I} \dots\dots\dots(2.9)$$

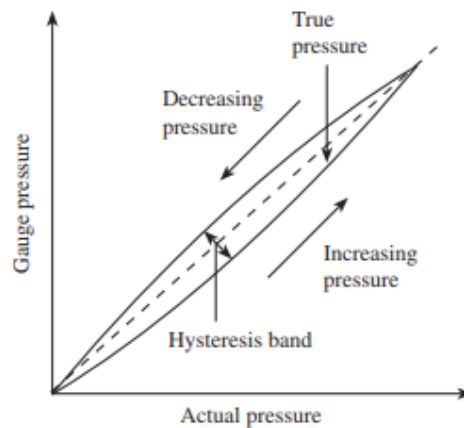
Dimana :

$K = \text{ideal slope/garis ideal}$

$a = \text{gradien ideal straight}$

8. Hysterisis

Histerisis dalam pengukuran mengacu pada perbedaan atau pergeseran nilai output dari sebuah perangkat atau sensor ketika inputnya berubah, tergantung pada apakah perubahan input tersebut naik atau turun. Ini berarti nilai output tidak kembali ke titik awal yang sama ketika input kembali ke nilai sebelumnya setelah mengalami perubahan. Ilustrasi dari grafik histerisis dapat dilihat pada Gambar 2.15 dan perhitungan nilai histerisis dapat dilihat pada Persamaan 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.15 Histerisis (F A K Yudha, 2021)

$$H(I) = O(I) \downarrow - O(I) \uparrow \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

$H(I) = \text{Hysterisis}$

$O(I) \downarrow = \text{Hasil pembacaan output transmitter ketika keadaan turun}$

$O(I) \uparrow = \text{Hasil pembacaan output transmitter ketika keadaan naik}$

Berdasarkan grafik yang diilustrasikan pada Gambar 2.15 terdapat garis ketika pembacaan alat pengukur naik dan ketika pembacaan alat pengukur turun. Selain itu terdapat garis tengah yang sebagai gradien atau pembandingan antara garis naik dan turun. Nilai histerisis yang didapatkan dari persamaan dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan analisis grafik.

2.2.5 Protokol Modbus

Modbus adalah protokol komunikasi yang dikembangkan oleh Modicon pada awalnya dirancang untuk digunakan dengan PLC modicon (Fransiscus Xaverius Ariwibisono & Widodo Pudji Muljanto, 2023). Kemudian, seiring berjalannya waktu protocol komunikasi ini telah berkembang secara luas sebagai komunikasi standar, dan banyak produk sekarang telah dikembangkan yang menggunakan protokol ini (Limited, 2019). Modbus memiliki tiga variasi komunikasi yang berbeda yaitu Modbus-RTU menggunakan RS232/RS485, Modbus ASCII beroperasi melalui koneksi serial, dan Modbus-TCP bekerja melalui jaringan RJ-45 (Tamboli

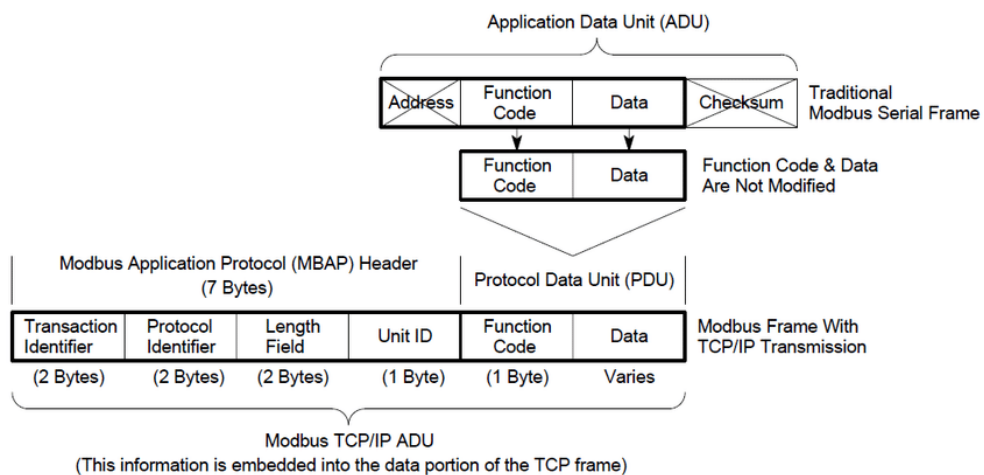
et al., 2015). Sesuai dengan kebutuhan penelitian ini, *gateway* yang dipilih adalah *Ethernet Remote I/O Network Modbus TCP RTU Gateway* yang dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16 Modbus gateway ethernet I/O (aliexpress.us, 2019)

Untuk melihat keluaran dari analog input yang akan digunakan dapat melakukan *looptest* dari masing masing pin yang tersedia dengan bantuan sinyal generator sebagai input sinyal 4-20mA. Kemudian dalam instalasinya *gateway* ini membutuhkan 8-28 VDC untuk pengoprasiaannya. Didalamnya juga sudah tersedia GND untuk instalasi analog input yang akan digunakan. selain itu, terdapat fitur LCD yang sudah *include* didalam *gateway* ini untuk memudahkan dalam *monitoring* sinyal yang masuk.

Pada penelitian ini protokol komunikasi yang digunakan yaitu RJ45 dengan modbus TCP/IP. Dimana komunikasi antara input sensor dihubungkan dengan *gateway* ini kepada *Human Machine Interface* (HMI) menggunakan ethernet IP. Modbus berkomunikasi dengan menanamkan *frame* data Modbus standar ke dalam frame TCP tanpa *checksum*. Setelah itu, *frame* alamat Modbus digantikan oleh identifikasi unit dalam Modbus TCP, yang sekarang merupakan bagian dari *header Modbus Application Protocol* (MBAP). Kemudian, paket data Modbus diberi alamat IP dan dikirim dari klien ke server sesuai dengan alamat IP yang telah ditentukan (Chandra, 2016). Paket data dalam modbus TCP/IP diilustrasikan pada Gambar 2.17.



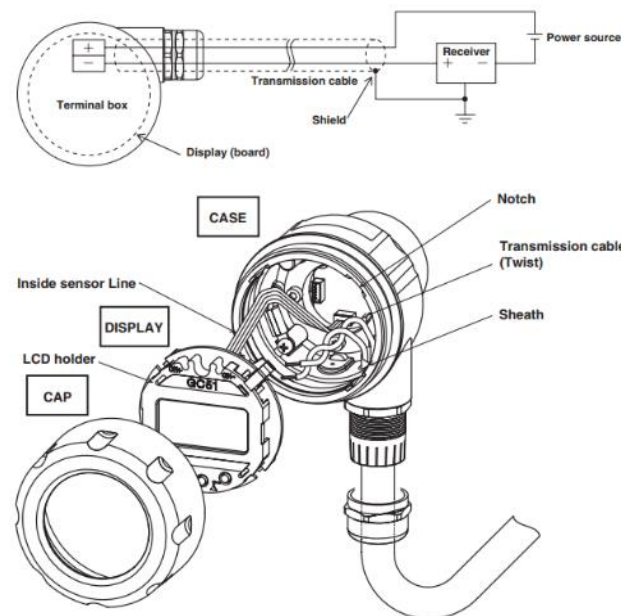
Gambar 2.17 Struktur frame modbus TCP (ResearchGate, 2019)

Pengiriman data pada modbus TCP/IP mengandung dua lapisan utama, yaitu MBAP (*MODBUS Application Protocol*) dan PDU (*Protocol Data Unit*) dengan data yang berisi

bilangan HEX. MBAP berfungsi sebagai bagian *header* pada paket data, menyediakan informasi penting seperti identifikasi transaksi, protokol yang digunakan, panjang total pesan, dan identifikasi unit modbus. Sementara itu, PDU, yang merupakan bagian inti dari paket data, mengandung informasi operasional sebenarnya, termasuk alamat fungsi MODBUS, kode fungsi, dan data yang terkait dengan operasi yang dilakukan.

2.2.6 Pressure Transmitter

Pada penelitian yang bertujuan untuk kalibrasi alat ukur tekanan, terdapat *pressure transmitter* sebagai salah satu alat pengukur tekanan yang akan dikalibrasi. *Pressure transmitter* mengacu pada sensor tekanan yang outputnya berupa sinyal standar. Standar sinyal mengacu pada bentuk kuantitas fisik dan kisaran nilai yang sesuai dengan standar internasional. Seperti arus DC analog 4-20 mA dan tekanan gas 20-100 kPa adalah sinyal standar *transmitter* yang umum digunakan (Wang & Zhang, 2020). *Wiring* dan fitur dari *pressure transmitter* yang digunakan terdapat pada Gambar 2.18.



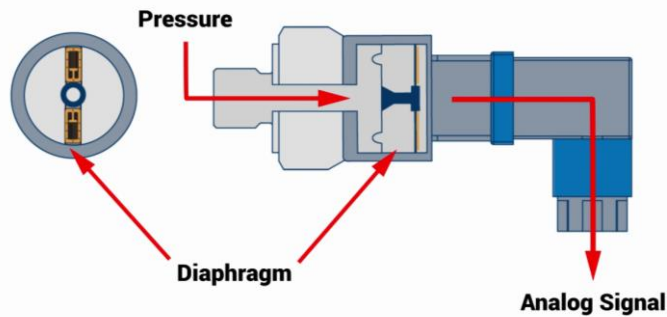
Gambar 2.18 *Pressure transmitter* Ashcroft GC51 (Sensors, 2011)

Berdasarkan *datasheets*, *Pressure transmitter* ini memiliki *range* pengukuran dari 0 sampai 150 psi dengan tingkat akurasi $\pm 0,25\%$ dan span $\pm 0,25\%$. Dapat dilihat pada gambar 2.5 dalam melakukan *wiring 2 wire* yang membutuhkan *supply* 13-32 VDC. Terdapat dua kabel, dimana plus tersambung dengan minus dari *supply*, sedangkan plus terhubung langsung dengan Alamat dari *Ethernet remote IO*. Kemudian terdapat terminal blok sebagai pemutus arus dari modul modbus pada *pressure transmitter*. Dan untuk maintenance apabila pembacaan tidak sesuai, *transmitter* ini masih menggunakan tombol yang tersedia karena tidak *support* dengan *HART communicator*.

2.2.7 Pressure Transducer

Transducer adalah perangkat yang mengubah satu bentuk energi menjadi bentuk energi lain. Dalam konteks pengukuran tekanan, transduser mengubah energi kinetik dari gelombang tekanan menjadi sinyal listrik yang dapat diperkuat hingga menjadi besaran konvensional (Gilbert, 2023). *Strain gauge* adalah jenis *transducer* yang sering digunakan. Versi awal dari *strain gauge* ini memiliki diafragma yang bersentuhan langsung dengan fluida. Ketika gelombang tekanan mengalir melalui fluida, diafragma merespon. Sebuah kawat terhubung secara langsung ke diafragma dan mengalirkan arus melaluinya. Ketika diafragma melengkung,

kawat juga ikut melengkung, mengubah resistansi. Perubahan dalam resistansi ini dapat diukur dengan menggunakan Jembatan Wheatstone. Resistansi sendiri adalah ukuran dari perlawanan terhadap aliran elektron (arus listrik) dalam kabel. Prinsip kerja dari *pressure transducer* dapat dilihat pada Gambar 2.19.

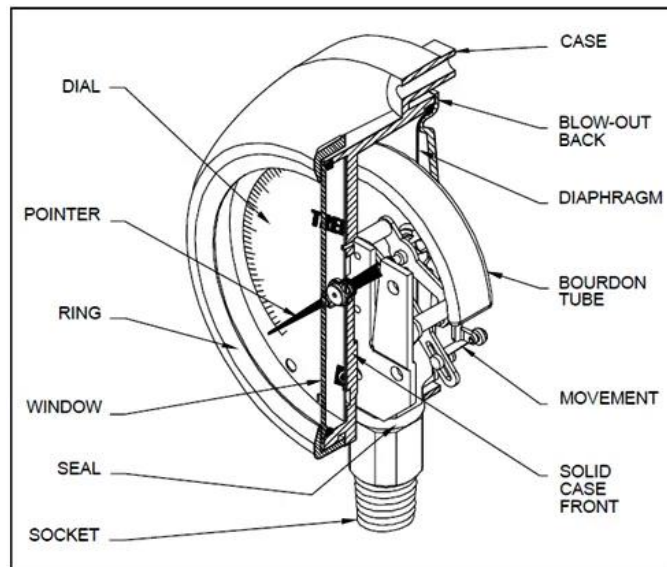


Gambar 2.19 Prinsip kerja *pressure transducer* (Engineering, 2018)

Terdapat 2 buah pin yang tersedia dalam *pressure transducer* yang akan dipakai dalam penelitian ini yaitu (+) yang akan terhubung langsung pada *supply* dan (-) yang terhubung pada *address pin* dalam *gateway*. *Supply* yang dibutuhkan untuk mengoperasikan *instrument* ini yaitu 11-28VDC dengan 2 *wire*. Kekurangan dari *instrument* ini apabila terdapat ketidaksesuaian pembacaan dengan standar tidak bisa dilakukan *maintenance* secara *hardware* karena tidak *support HART communicator* dan tidak tersedia fitur *manual* untuk melakukan *adjustment*.

2.2.8 Pressure Gauge

Pressure gauge digunakan untuk melakukan *monitoring* yang sering kali menjadi kebutuhan dalam pemrosesan industri (Qin et al., 2020). Penggunaan alat pengukur ini digunakan oleh para pakar industri untuk memecahkan masalah mesin tenaga fluida yang dirancang untuk bekerja dalam rentang tekanan yang ditetapkan. Dengan pengukur yang dipasang dengan benar, kebocoran dan perubahan tekanan yang tidak diinginkan dapat dipantau dan segera diatasi.



Gambar 2.20 *Pressure gauge* (Dubai Sensor, 2024)

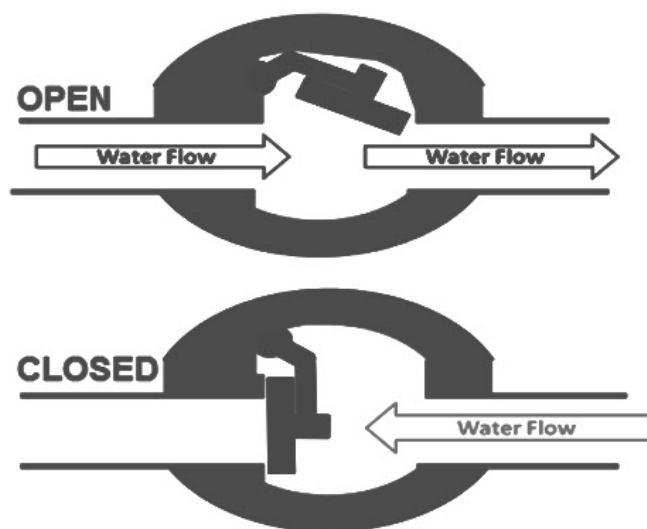
Berdasarkan Gambar 2.20 yang menggambarkan komponen didalam *pressure gauge* terdapat beberapa komponen penting yang perlu diperhatikan, seperti *diaphragm* sebagai konektor dari *bourdon tube* kepada jarum *pointer*. *Bourdon tube* yang ketika diberi tekanan

maka *bourdon* akan mengembang yang nantinya akan mendorong sebuah roda gigi yang terdapat sebuah penunjuk jarum tekanan, yang nantinya bisa kita baca tekanannya pada tampak indikator depan sesuai dengan tekanan dimasuk/diterima dari pada *bourdon tube* itu sendiri. *Pointer* yang digunakan sebagai pembacaan nilai tekanan yang dapat dilihat oleh mata dengan mudah.

Pressure gauge yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 2.20 Penggunaan alat pengukur tekanan ini sebagai indikator lokal sebagai *unit under test* dengan membandingkan nilai dengan alat standar yang data hasil pembacaannya diinput secara manual pada aplikasi. Kemudian dalam *maintenance* apabila terjadi ketidaksesuaian pembacaan, dapat dilakukan *manual adjustment* dengan menarik *bourdon tube* didalam alat ini dan memperhatikan jarum supaya dalam keadaan tidak membaca jarum harus menunjuk diangka 0.

2.2.9 Check Valve

Check Valve adalah katup yang memungkinkan fluida supaya mengalir dalam satu arah di dalam pipa, baik dalam sistem hidrolis maupun pneumatic sehingga fluida yang telah melewati katup ini tidak kembali (Chen et al., 2023). *check valve* sering digunakan sebagai pengaman dari sebuah equipment dalam sistem perpipaan baik untuk fluida cair maupun gas. Sehingga dalam sistem perpipaan, *check valve* termasuk komponen perpipaan yang kritis. Berdasarkan fungsinya, pada penelitian ini *check valve* dibutuhkan untuk mencegah oli yang telah dipompa oleh *pressure injector* kembali. Prinsip kerja dari *check valve* dapat dilihat pada Gambar 2.21.



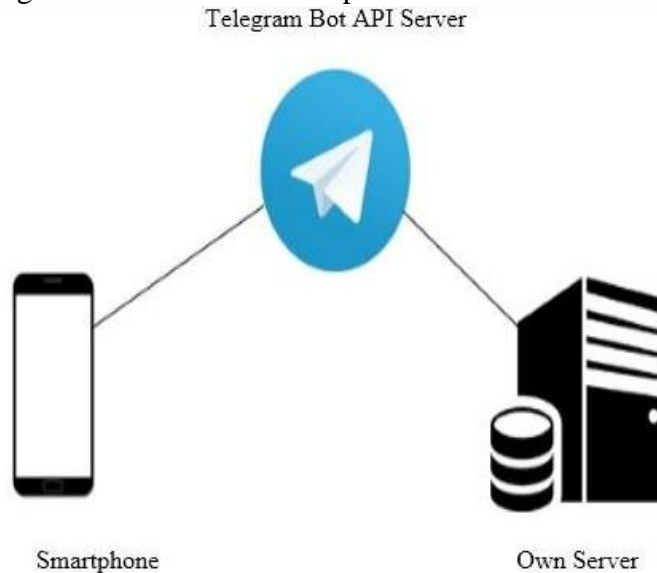
Gambar 2.21 Prinsip kerja *check valve* (Nursahid, 2021)

Prinsip kerja dari *check valve* aliran Gambar 2.12. Ketika aliran fluida telah melewati katup ini, aliran ini akan membuka *plug* atau piringan karena pegas katup meregang akibat dorongan aliran fluida. Sebaliknya, jika terdapat tekanan balik dari arah yang berlawanan (ke kanan), *plug* atau piringan tersebut akan menutup lubang sehingga tidak ada aliran balik. Hal yang perlu diperhatikan yaitu arah dari katup, supaya tidak terbalik. *Check valve* yang digunakan dalam penelitian ini sudah *include* dalam *injector* hidrolis yang akan digunakan. apabila terdapat *backflow* dalam penggunaannya maka perlu menggantinya dengan spesifikasi yang sama karena tidak dapat dilakukan perbaikan pada alat ini.

2.2.10 Telegram Bot API

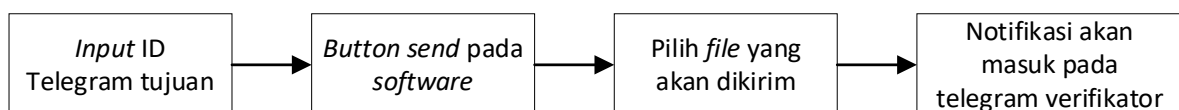
Telegram memiliki keunggulan utama dengan kemampuannya untuk membuat grup dengan anggota yang sangat banyak dan saluran (*channels*) yang dapat menyiarkan pesan ke audiens yang luas. Selain itu fitur yang terdapat dalam aplikasi ini bersifat gratis untuk seluruh

penggunanya (Faramarzi et al., 2019) Selain fitur – fitur standar tersebut, Telegram juga menawarkan Telegram Bot API, sebuah platform yang memungkinkan pengembang untuk membuat bot yang dapat berinteraksi dengan pengguna secara otomatis (Idhom et al., 2018). Alur komunikasi Telegram BOT diilustrasikan pada Gambar 2.22 di bawah ini.



Gambar 2.22 Ilustrasi komunikasi Telegram BOT API (ResearchGate, 2018)

Berdasarkan Gambar 2.22 BOT ini dapat melakukan berbagai tugas, seperti mengirimkan informasi terkini, menjadwalkan pengingat, mengelola tugas, atau bahkan menjalankan permainan interaktif. Telegram Bot API dirancang dengan antarmuka yang mudah digunakan dan mendukung berbagai bahasa pemrograman, sehingga memudahkan pengembang untuk mengintegrasikan bot dengan aplikasi dan layanan lainnya. Telegram bot API telah digunakan oleh pengguna untuk memenuhi masing – masing kebutuhannya. Kelebihan dari digunakannya fitur ini adalah dapat memberi informasi secara realtime kepada ID tujuan (Huda et al., 2019). Skema yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.23



Gambar 2.23 Diagram blok komunikasi Telegram bot API

Dalam penelitian ini fitur bot API pada telegram digunakan untuk menunjang efisiensi waktu dalam proses verifikasi kalibrasi. Perlu memasukkan ID telegram dari verifikasi kalibrasi selanjutnya komunikasi dari fitur ini berfungsi ketika kalibrasi yang dilakukan oleh PIC kalibrasi telah selesai dengan menyimpan *file* excel. Ketika *button send* pada *software* diklik kemudian secara otomatis sistem akan mengirimkan *file* hasil kalibrasi berupa excel dan informasi bahwa kalibrasi telah selesai dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Metode Yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *research and development* (R&D) karena output dari penelitian ini adalah alat yang dapat digunakan sesuai dengan fungsi alat dan mempertimbangkan aspek data kuantitatif serta kualitas dari alat yang dibuat. Dalam memahami dan meningkatkan Sistem Otomatisasi Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan dengan menggunakan media hidrolik berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP. Metode R&D diterapkan untuk menghasilkan sistem secara sistematis, memastikan inovasi dalam proses kalibrasi alat pengukur tekanan (Okpatrioka, 2023). Aspek kuantitatif digunakan untuk mengumpulkan data numerik terkait karakteristik statik yang dihasilkan oleh alat pengukur tekanan (Priadana, 2021). Sementara itu, aspek kualitatif mungkin mempengaruhi efektivitas kinerja sistem baik secara *software* maupun *hardware*. Penggunaan metode R&D dengan mempertimbangkan aspek kuantitatif dan kualitas diharapkan memberikan wawasan yang komprehensif tentang aspek teknis, kinerja pengguna dalam pengerjaan Sistem Otomatisasi Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan berbasis Komunikasi Modbus TCP.


3.2 Bahan dan Peralatan Yang Digunakan

Terdapat alat dan bahan yang digunakan untuk pemuatan hingga integrasi dari *hardware* dan *software* yang ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan dan peralatan yang digunakan

Nama Bahan dan Alat yang digunakan	Foto Alat	Kuantitas	Harga	Total
<i>Pressure Transmitter</i> Ashcroft GC 51		1 pcs	Rp. 23.400.00,00	Rp. 23.400.00,00
<i>Pressure Transmitter</i> Beumer Y913		1 pcs	Rp. 1.700.00,00	Rp. 1.700.00,00
<i>Pressure Gauge</i> Schuh PX40		1 pcs	Rp. 600.00,00	Rp. 600.00,00

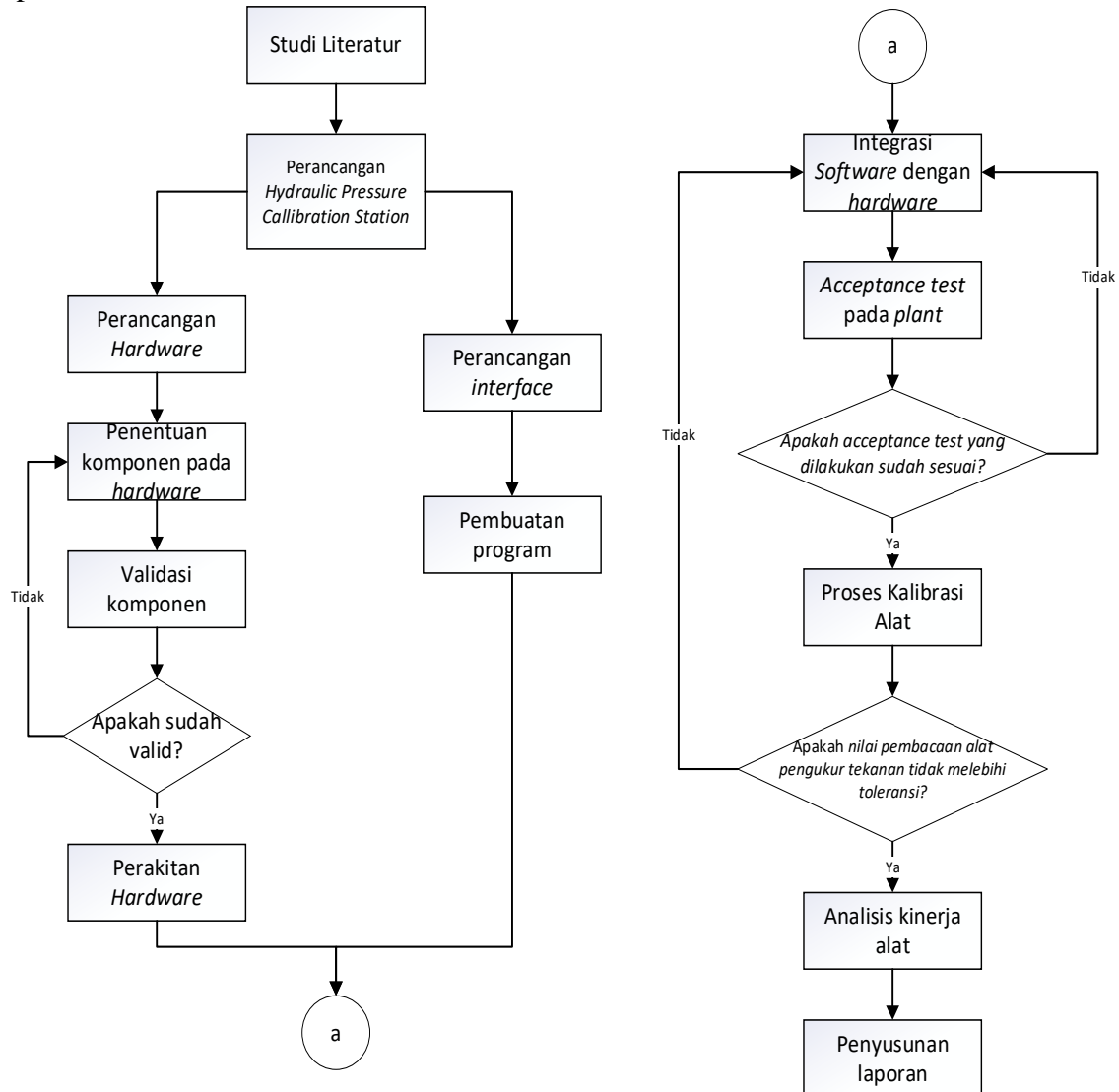
Nama Bahan dan Alat yang digunakan	Foto Alat	Kuantitas	Harga	Total
<i>Nozzle Tester S60H</i>		1 pcs	Rp. 1.000.000,00	Rp. 1.000.000,00
<i>Venting Tubing</i>		1 pcs	Rp. 120.000,00	Rp. 120.000,00
<i>Valve Drainage</i>		1 pcs	Rp. 60.000,00	Rp. 60.000,00
<i>Tubing</i>		50cm	Rp. 100.000,00	Rp. 100.000,00
<i>T Joint</i>		3 pcs	Rp. 380.000,00	Rp. 1.140.000,00
<i>Union Connector Female</i>		2 pcs	Rp. 295.000,00	Rp. 590.000,00

Nama Bahan dan Alat yang digunakan	Foto Alat	Kuantitas	Harga	Total
Modbus Gateway Ethernet I/O	 <p>Ethernet+RS485 ME31-AAAX2240</p>	1 pcs	Rp. 1.380.000,00	Rp. 1.380.000,00
Power Supply 24 VDC		1 pcs	Rp. 400.000,00	Rp. 400.000,00
Kabel NYAF		10m	Rp 2.500,00	Rp. 25.000,00
Schun Ferrules	 <p>VE tube type pre-insulated terminal Copper core</p>	1 pack	Rp. 15.000,00	Rp. 15.000,00
Monitor		1 pcs	Rp. 7.500.000,00	Rp. 7.500.000,00
Kabel LAN		3m	Rp. 100.000,00	Rp. 100.000,00

Nama Bahan dan Alat yang digunakan	Foto Alat	Kuantitas	Harga	Total
Tang Potong		1pcs	Rp. 50.000,00	Rp. 50.000,00
Tang Crimping		1	Rp. 100.000,00	Rp. 100.000,00
Steker Listrik		1pcs	Rp. 7.500,00	Rp. 7.500,00
Tubing Cutter		1pcs	Rp. 190.000,00	Rp. 190.000,00
Oli		1 lt	Rp. 80.000,00	Rp. 80.000,00
Mesin Las		1pcs	Rp. 1.800.000	Rp. 1.800.000

3.3 Urutan Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini, garis besar haluan pengerjaan penelitian dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian

3.3.1 Studi Literatur

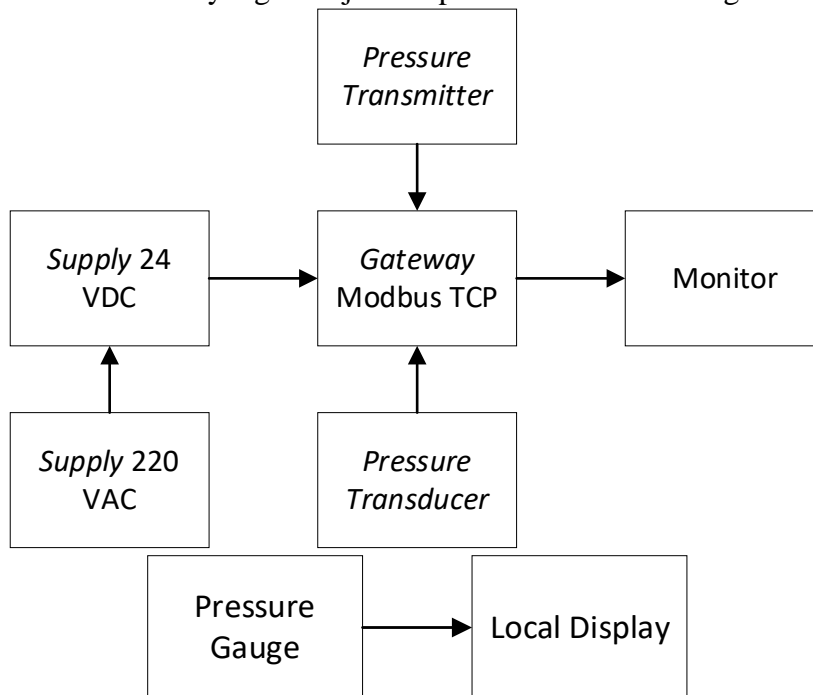
Kegiatan studi literatur melibatkan pencarian dan penemuan dasar teori mengenai kalibrasi dan pengukuran untuk alat pengukur tekanan. Studi literatur ini melibatkan analisis dari sistem-sistem yang telah ada sebelumnya, mulai dari komponen seperti sensor, kontroler, hingga protokol komunikasi yang digunakan. Informasi ini diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, berita, dan artikel yang relevan. Data yang ditemukan selama studi literatur akan digunakan untuk mendukung pengembangan ide yang akan diwujudkan. Diharapkan dari kegiatan studi literatur ini dapat memastikan bahwa konsep yang sedang dikembangkan lebih sempurna daripada penelitian-penelitian sebelumnya.

3.3.2 Perancangan *Hydraulic Pressure Calibration Station*

Perancangan dalam penelitian ini terbagi dalam dua tahapan yaitu perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* penelitian ini menggunakan *tubing* dengan ukuran yang ditentukan sebagai media aliran dari oli dengan menghubungkan sensor sehingga mendapatkan tekanan yang sama berdasarkan hukum pascal dengan *injector* oli yang terhubung. Sistem

penelitian ini menggunakan *supply* 24VDC yang mengkonversi dari 220VAC dalam memberi *supply* pada *gateway* dan *pressure transmitter* serta *pressure transducer*.

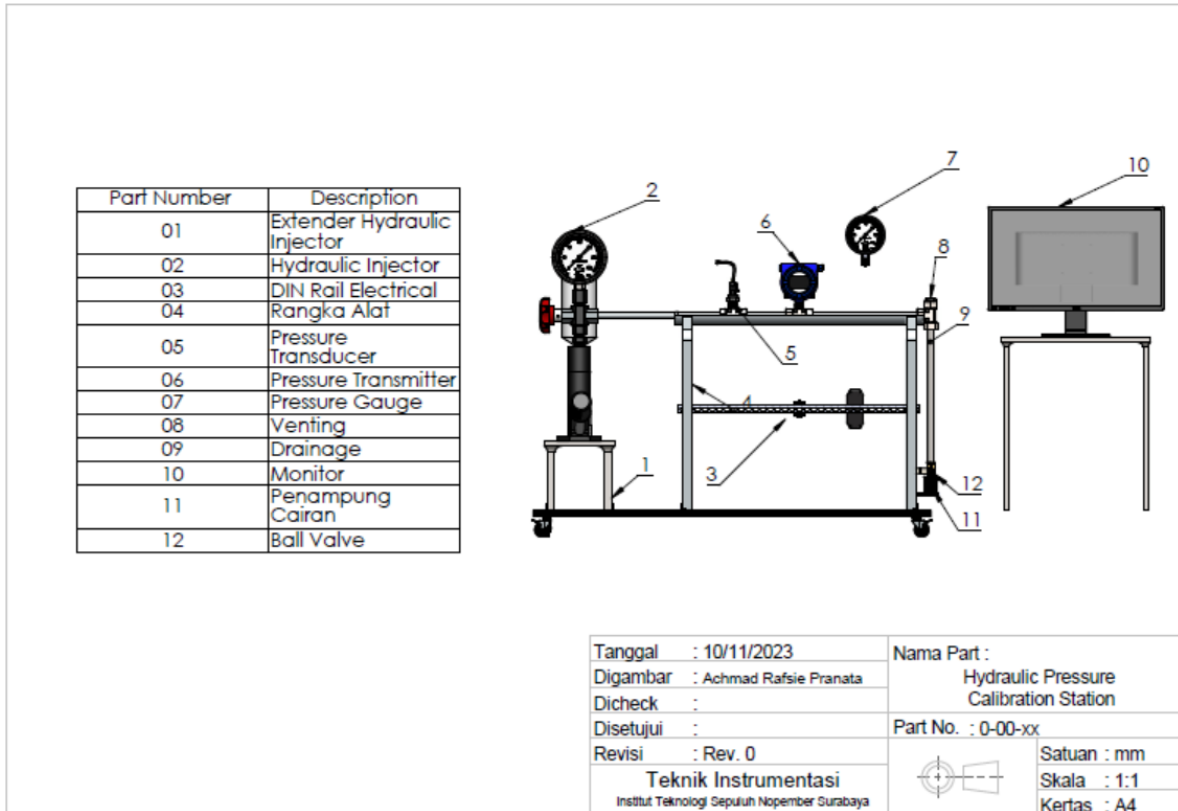
Terdapat 3 buah mekanik *valve* yang terpasang pada *hardware* dengan kegunaan yang berbeda yaitu *check valve* untuk mencegah adanya *backflow* karena fluida yang digunakan merupakan oli, *hand valve* untuk membuang fluida yang telah digunakan dan *valve* untuk *venting* atau membuang udara yang masih terperangkap dalam *tubing* sebelum digunakan kalibrasi menggunakan fluida cair. Kemudian dalam perancangan *software* disini fokus untuk pengerjaan dalam perancangan hingga pembuatan *monitoring* untuk menampilkan hasil dari kalibrasi yang dilakukan lengkap dengan hasil pembacaan, eror, akurasi sehingga dapat mempermudah dalam pembuatan *report* dan lebih mengefisiensi waktu. Berikut merupakan perancangan “*Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP*” yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



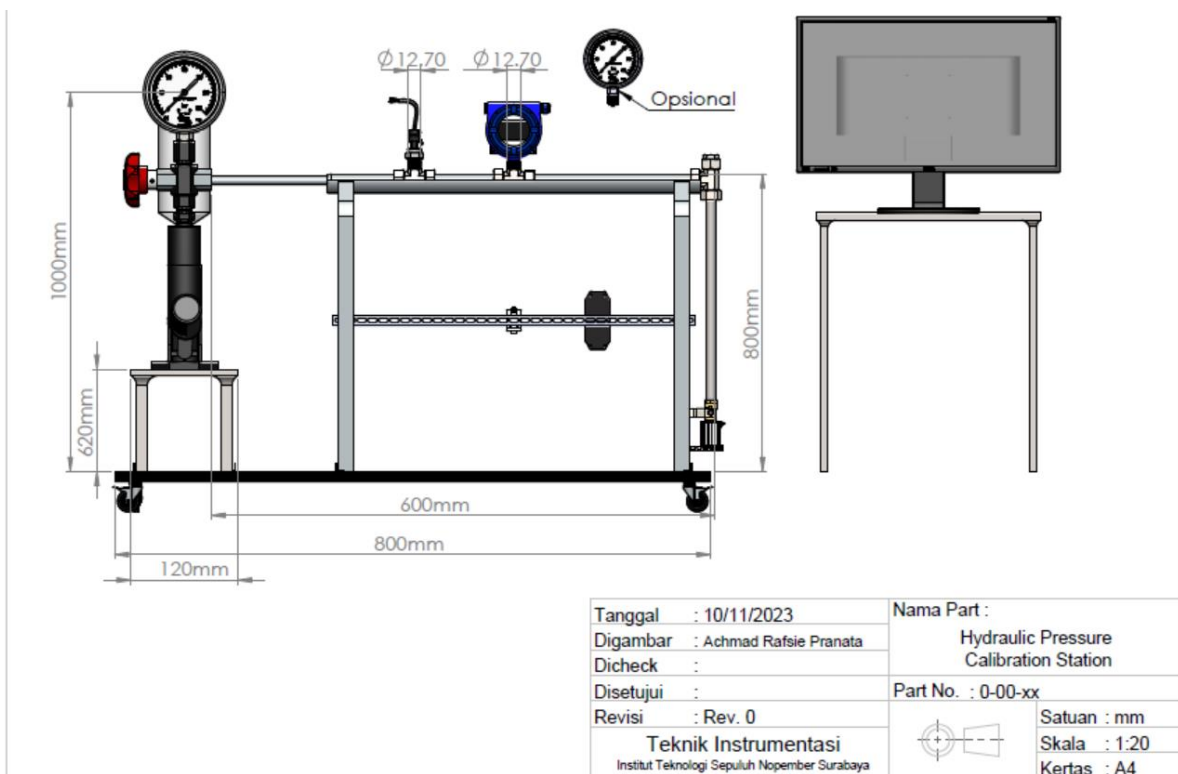
Gambar 3.2 Skema perancangan sistem

Data yang dikirim oleh Ethernet *gateway* modbus sesuai dengan namanya, *gateway* ini mampu digunakan untuk pengiriman data modbus TCP/IP maupun modbus RTU. Pada penelitian ini komunikasi yang digunakan yaitu menggunakan komunikasi TCP/IP dengan alasan memudahkan dalam pengalamatan dan cenderung cepat dalam pengiriman pada monitor sebagai penampil data hasil pengukuran. *Pressure transmitter* secara otomatis mengirim data melalui *gateway* kemudian akan otomatis terdapat keluaran dan perbandingan nilai keduanya dalam *software*. Sedangkan pada *pressure gauge* sebagai pembanding yang menampilkan data pada *local display* dan secara manual dalam data hasil pembacaan dengan waktu periodik disamakan dengan *pressure transmitter* yang dikalibrasi dengan standart.

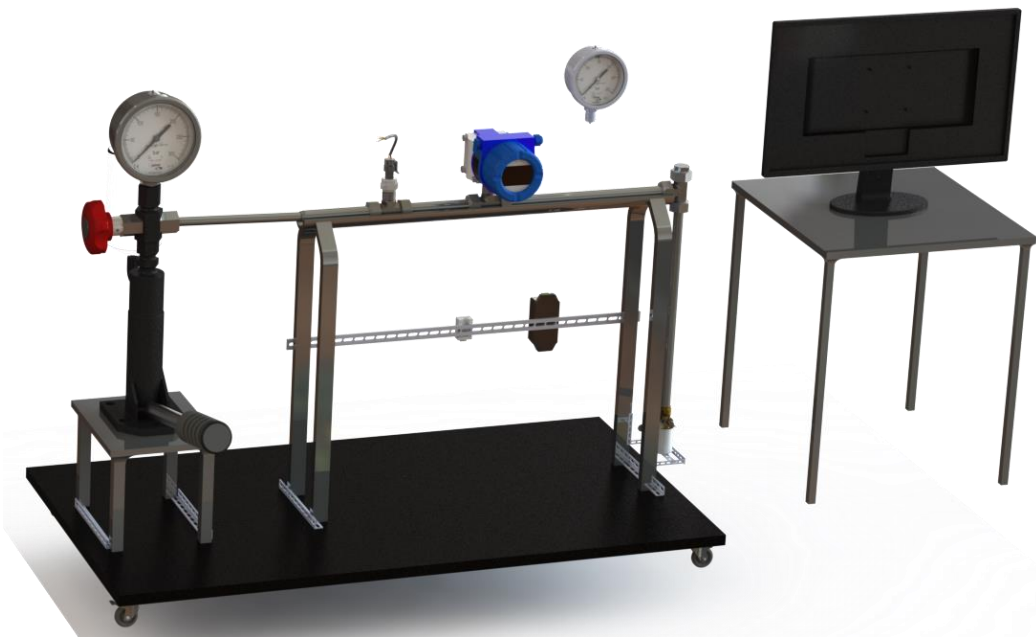
Perancangan desain yang dilakukan dalam pembuatan “*Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP*” yaitu berupa *piping and instrumentation diagram* (P&ID). P&ID merupakan diagram atau ilustrasi skematik dari hubungan fungsi antara perpipaan, *instrument* dan *system equipment components*. Kegunaan dokumen P&ID dalam perancangan ini yaitu untuk membantu dalam menjelaskan flow proses yang lengkap dengan *instrument* dalam sistem supaya pembaca dapat memahami dengan mudah. P&ID yang dibuat telah disesuaikan berdasarkan standar ANSI/ISA 5.1 – 2022. Gambar dari P&ID ditunjukkan pada Gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.4 Desain 2D dengan komponen

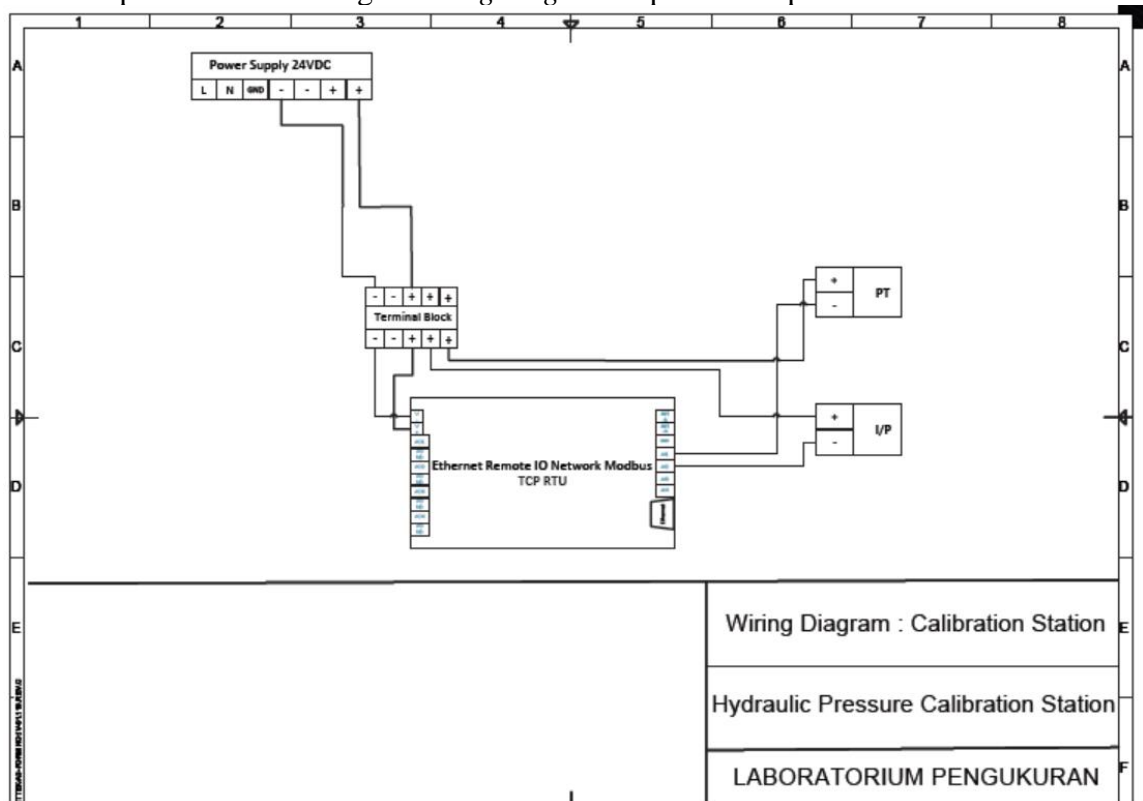


Gambar 3.5 Desain 2D dengan dimensi



Gambar 3.6 Desain 3D hardware

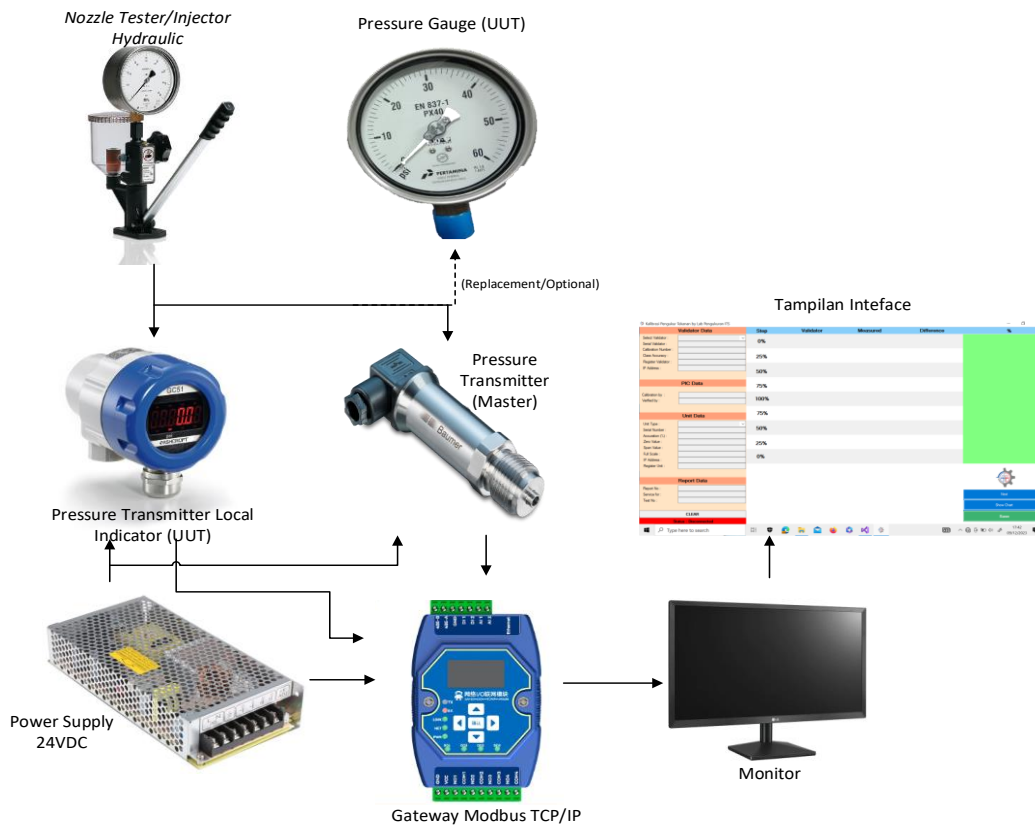
Sementara itu dibutuhkan *wiring diagram* dalam perancangan *hardware* sebagai acuan untuk membuat alat dalam perkabelan dan mempermudah kegiatan *maintenance* untuk melakukan perbaikan. Rancangan *wiring diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7 Wiring diagram

3.3.4 Penentuan Komponen Pada *Hardware*

Penentuan komponen pada hardware dilakukan untuk memastikan komponen – komponen yang akan digunakan telah sesuai dengan spesifikasi dari perancangan sebelumnya. Mengacu pada desain 3D terdapat komponen utama yang akan digunakan, gambaran skematik komponen dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Skematik Komponen

1. *Nozzle Tester / injector hydraulic*

Nozzle tester yang digunakan dialih fungsikan sebagai *injector* hidrolik layaknya *hand pump* untuk memompa hidrolik dari *feed tank* supaya dapat mengalir *tubing* hingga menghasilkan tekanan. Spesifikasi dari *nozzle tester* dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Spesifikasi *Injector Nozzle Tester S60H*

Model	<i>Injector Nozzle Tester</i>
Type	S60H
Range	0-40 Mpa / 0 – 5800 psi
Size	48 x 26 x 16 cm
Diameter Pipa	10 mm
Volume Tank	850 – 1000 ml

2. *Pressure Transmitter with local indikator*

Pressure Transmitter dengan lokal indikator digunakan sebagai *unit under test (UUT)* yang akan divalidasi pembacaannya dengan master yang sudah ditetapkan. *transmitter* dipilih dengan spesifikasi yang terdapat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi *Pressure transmitter* dengan lokal indikator

Model	<i>Pressure Transmitter Ashcroft</i>
Type	GC 51

<i>Range</i>	0 – 150 psi
<i>Supply</i>	12 – 32 VDC
Diameter Pipa	½ inch
Output Sinyal	4 – 20 mA
Akurasi	±0.25% span

3. *Pressure Transmitter*

Pressure transmitter selanjutnya merupakan *transmitter* tanpa lokal indikator yang digunakan sebagai master nilai pada proses kalibrasi pengukur tekanan lainnya. Alat ini langsung mengirim hasil pembacaan kepada monitor untuk dilakukan *report* pembacaan. Spesifikasi alat ini dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 *Pressure Transmitter*

Model	<i>Pressure Transmitter</i> Beumer
Type	Y 913
<i>Range</i>	0 – 300 psi
<i>Supply</i>	11 – 28 VDC
Diameter Pipa	½ inch
Output Sinyal	4 – 20 mA
Akurasi	±0.015% span

4. *Pressure Gauge*

Pressure Gauge memiliki fungsi yang serupa dengan *pressure transmitter* baumer, yaitu sebagai *unit under test* yang akan divalidasi pembacaannya dengan master yang sudah ditetapkan. Perbandingan nilai dilakukan secara manual karena alat ini hanya sebagai lokal indikator saja. Spesifikasi dari alat ini dituliskan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 *Pressure Gauge*

Model	<i>Pressure Gauge</i> Schuh
Type	PX40
<i>Range</i>	0 – 60 Psi
Diameter Pipa	½ inch

5. *Ethernet Remote I/O Network Modbus TCP RTU Gateway*

Dibutuhkan piranti sebagai pengumpul dan pengirim data untuk meneruskan hasil pembacaan dari alat pengukur supaya dapat ditampilkan pada monitor. *Gateway* ini dipilih karena dapat memenuhi kebutuhan yang telah dijelaskan dengan spesifikasi Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 *Ethernet Remote I/O Network Modbus TCP RTU Gateway*

Model	<i>Ethernet Remote I/O Network Modbus TCP RTU Gateway</i>
Type	ME31 – XAXA0404
IO	4 <i>Channel</i> Analog Input (4-20mA) 4 <i>Channel</i> Analog Output
Komunikasi	Modbus TCP (RJ45) Modbus RTU (RS458)
<i>Supply</i>	8-28 VDC
Support	<i>Software</i>

6. *Tubing*

Tubing digunakan sebagai media yang dialiri oleh oli dalam penelitian ini. Bahan yang digunakan dalam *tubing* perlu diperhatikan dalam sebagai karena setiap bahan memiliki

maksimal ketahanan dalam menampung *pressure* yang ada. Spesifikasi *tubing* yang dipilih terdapat pada Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 *Tubing*

Model	<i>Tubing Stainless Steel</i>
Diameter	½ Inch
Panjang	80 Cm
Maksimal <i>Pressure</i>	½ inch
Harga	Rp. 125.000,00

3.3.5 Validasi Komponen

Validasi komponen dilakukan setelah pemilihan komponen. Kegiatan ini dilakukan untuk melakukan pengujian koneksi *tubing* yang tepat dengan ukuran dari masing-masing alat pengukur. Selain itu pengujian juga dilakukan untuk menyamakan satuan standar yang digunakan yaitu psi supaya proses kalibrasi dapat dilakukan dengan mudah. Validasi ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan tekanan dari *Unit Under Test* (UUT) dengan master. Dalam proses validasi ini dilakukan melalui serangkaian tahapan sebagai berikut :

1. Install UUT dan master pada rangkaian *tubing* dengan *injector* hidrolis.
2. Isi *feedtank* pada *injector* hidrolis menggunakan oli garda yang telah disiapkan sesuai kebutuhan.
3. Pompa *injector* dengan membuka jalur *venting* untuk membuang udara yang masih terperangkap dalam *tubing* lalu tutup kembali *venting*.
4. Pompa *injector* hidrolis sehingga menghasilkan tekanan dari rentang kenaikan yang telah ditentukan.
5. Kemudian catat pembacaan nilai tekanan disetiap rentang kenaikan percobaan yang dihasilkan oleh UUT dan master pada tabel validasi.
6. Buang tekanan dengan membuka *drainage* sehingga menghasilkan tekanan dari rentang turun yang telah ditentukan.
7. Kemudian catat pembacaan nilai tekanan disetiap rentang penurunan percobaan yang dihasilkan oleh UUT dan master pada tabel validasi.
8. Catat hasil pembacaan tekanan yang dihasilkan UUT dan master setiap rentang kenaikan dan penurunan percobaan dalam tabel validasi excel.

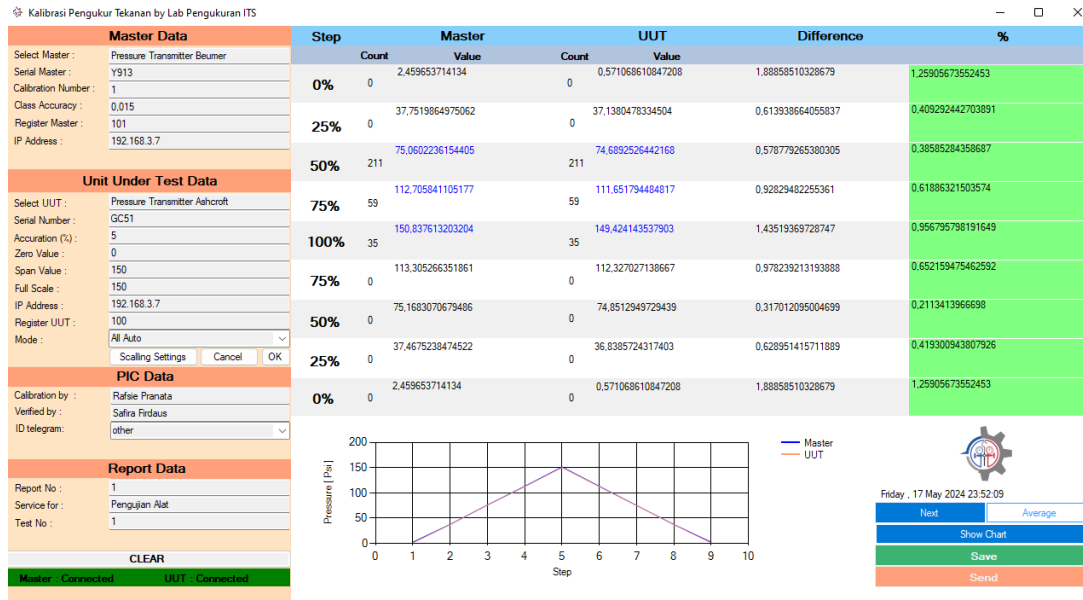
3.3.6 Perakitan *Hardware*

Pembuatan *hardware* melibatkan proses *assembly* komponen atau peralatan yang telah disiapkan menjadi satu *tools* yang siap untuk digunakan. Acuan yang digunakan dalam proses pembuatan *hardware* ini berdasarkan desain PNID, Desain 3D, dan *wiring diagram*. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa instalasi alat dapat dibangun dan digunakan sesuai dengan yang diharapkan.

3.3.7 Perancangan *Interface*

Di bawah ini adalah rancangan antarmuka dari “Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis” yang telah dilengkapi dengan fitur untuk pengisian data pada laporan kalibrasi secara otomatis. Selain berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan dari *transmitter* dan pengisian data yang diperlukan dalam lembar kalibrasi, *interface* ini juga dilengkapi dengan 4 fitur mode diantaranya yaitu *All Auto* ketika yang digunakan adalah alat pengukur tekanan yang mampu mengirimkan sinyal 4-20mA, *Auto master* ketika master yang digunakan adalah alat pengukur tekanan yang mampu mengirimkan sinyal 4-20mA, *Auto UUT*

ketika UUT yang digunakan adalah alat pengukur tekanan yang mampu mengirimkan sinyal 4-20mA dan *All manual* ketika yang digunakan adalah kedua alat pengukur tekanan merupakan *pressure gauge* yang dilengkapi dengan lokal indikator saja. Serta pengolahan karakteristik statik yang otomatis oleh program yang akan dibuat. Rancangan *interface* ini ditampilkan dalam Gambar 3.9 di bawah ini.



Gambar 3.9 Desain Interface

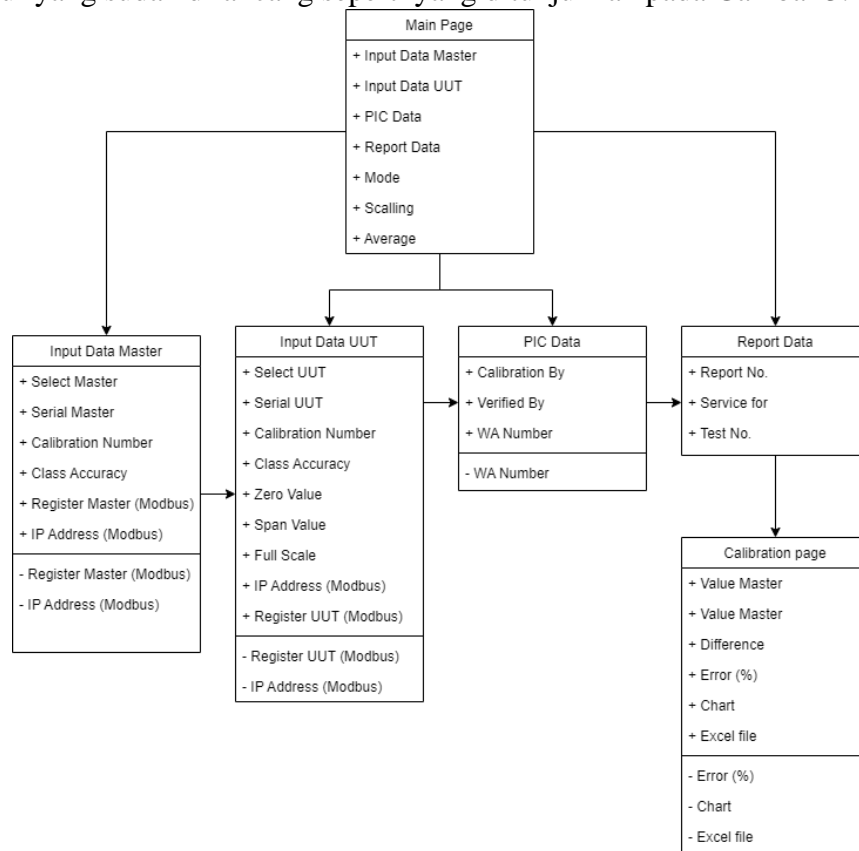
Dalam merancang *interface* ini, digunakan metode *Unified Modeling Language* (UML) dengan beberapa alasan yang signifikan. Pertama, UML menyediakan notasi grafis yang jelas dan terstandar, memungkinkan para pengembang untuk secara sistematis mendokumentasikan struktur dan perilaku *interface* dengan cara yang mudah dipahami oleh semua pihak terkait. Kedua, UML mendukung berbagai jenis diagram yang mencakup aspek-aspek penting dari *interface*, termasuk struktur statis, aliran kerja, dan interaksi dinamis antara komponen-komponen *interface*. Hal ini memfasilitasi analisis yang komprehensif dan perencanaan yang akurat sebelum implementasi sebenarnya dimulai. Selain itu, UML membantu dalam merancang *interface* yang bersifat modular dan fleksibel, yang sesuai dengan prinsip rekayasa perangkat lunak berorientasi objek, dan memungkinkan adaptasi yang mudah terhadap perubahan kebutuhan atau spesifikasi yang mungkin terjadi selama siklus pengembangan.

Perancangan *interface* menggunakan metode UML melibatkan langkah-langkah sistematis untuk menggambarkan struktur dan perilaku *interface* secara visual. Diantaranya yaitu :

1. Class Diagram

Class Diagram adalah representasi visual yang menunjukkan struktur dari sistem perangkat lunak dengan menampilkan kelas – kelas yang ada, atribut-atributnya, metode – metodenya, serta hubungan antar kelas tersebut. Pada *interface* kalibrasi alat pengukur tekanan, *class diagram* membantu untuk mengidentifikasi dan mengorganisir komponen – komponen yang dibutuhkan dalam proses kalibrasi. Penggunaan *Class Diagram* pada *interface software* yaitu sebagai penggambaran kelas seperti fitur pengisian data kalibrasi, input nilai *scalling* alat pengukur tekanan, pembacaan nilai dari

alat ukur, penyimpanan hasil kalibrasi pada aplikasi *excel* dan hubungan antar kelas atau fitur – fitur yang sudah dirancang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.

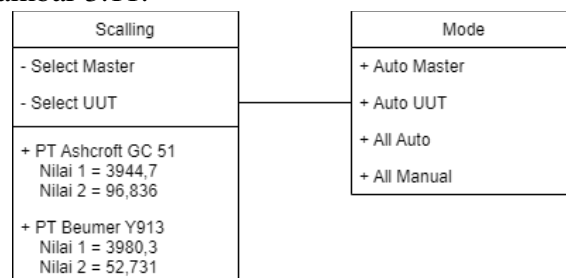


Gambar 3.10 Class Diagram

Diagram ini mencakup kelas utama seperti "Main Page" yang terbagi pada "Input Data Master", "Input Data UUT", "PIC Data" dan "Report Data" yang selanjutnya akan dihubungkan dengan "Calibration Page". Hubungan antara kelas – kelas ini digambarkan melalui asosiasi yang menunjukkan bagaimana objek – objek dalam sistem berinteraksi selama proses kalibrasi berlangsung, memastikan bahwa setiap langkah kalibrasi dapat dilacak dan diatur dengan tepat untuk menjamin akurasi dan keandalan alat pengukur tekanan.

2. Object Diagram

Object diagram untuk interface kalibrasi alat pengukur tekanan menggambarkan *instance* dari kelas – kelas yang telah diidentifikasi dalam *class diagram*. Misalnya dalam kelas "Input Data UUT" pada *class diagram* terdapat fungsi tambahan yaitu input nilai *scalling* dan pemilihan mode dalam kalibrasi. Hasil desain model *object diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.11.

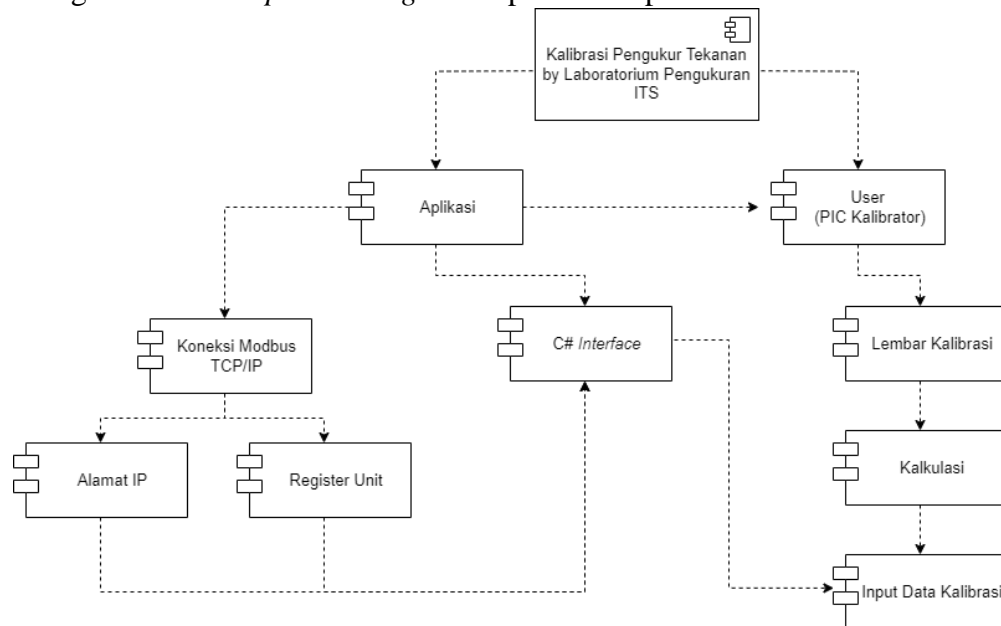


Gambar 3.11 Object Diagram

Seperti yang digambarkan pada Gambar 3.11 melalui object diagram ini, dapat dilihat *snapshot* dari sistem kalibrasi pada suatu waktu tertentu, menunjukkan hubungan konkret antara fungsi fungsi kelas yang kemudain didetailkan. Hal ini memudahkan untuk memahami bagaimana komponen-komponen dalam sistem saling berinteraksi dan memastikan proses kalibrasi berlangsung dengan baik.

3. Component Diagram

Component diagram adalah representasi visual dari komponen-komponen perangkat lunak dan hubungan antar komponen tersebut. Diagram ini membantu memahami struktur dan organisasi sistem perangkat lunak pada level yang lebih tinggi dengan menampilkan bagaimana komponen-komponen berinteraksi satu sama lain. Hasil perancangan model *component diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.12 di bawah ini.

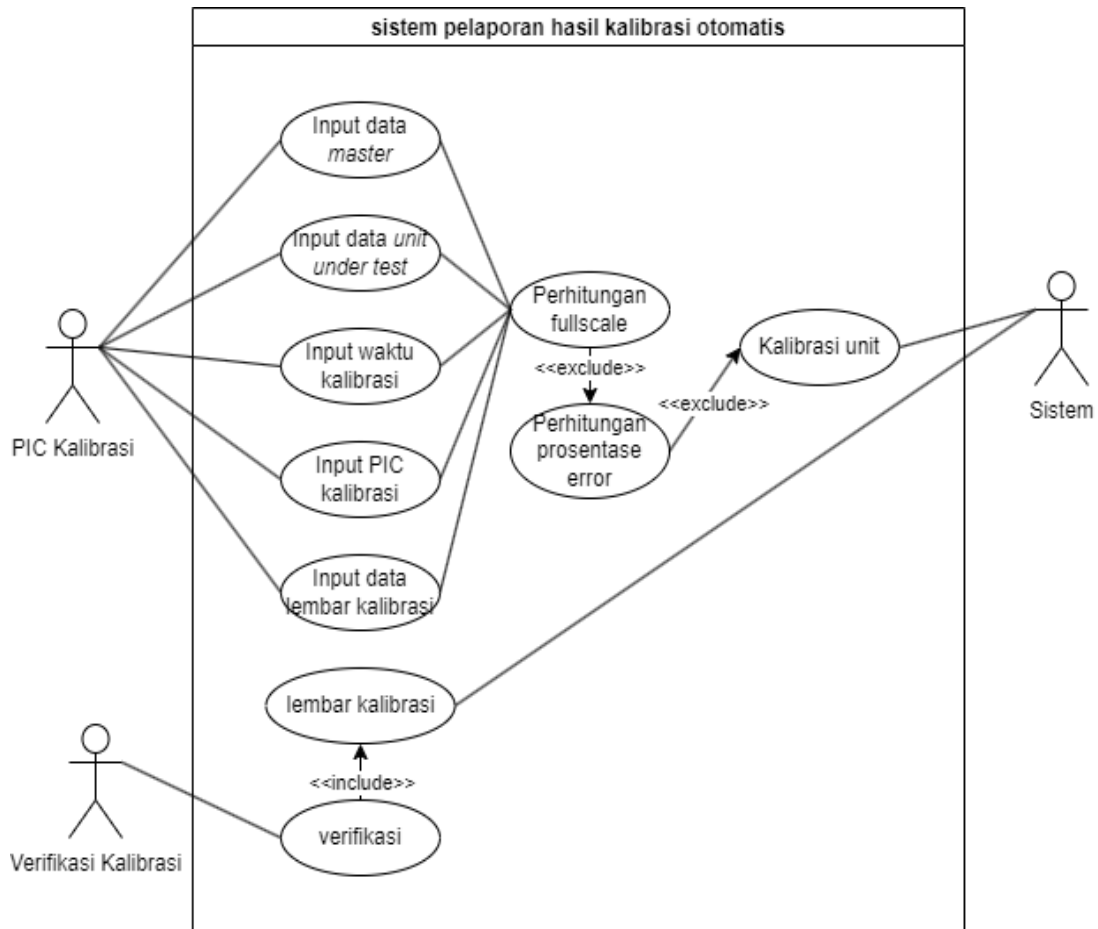


Gambar 3.12 *Component diagram*

Pada diagram ini, masing-masing komponen dihubungkan dengan garis yang menunjukkan hubungan ketergantungan (*dependency*) di antara mereka. Misalnya, semua komponen dalam diagram yang bergantung pada bahasa pemrograman yang digunakan yaitu C# untuk mendapatkan informasi alat yang akan dikalibrasi. Dengan *component diagram* ini, kita dapat melihat bagaimana sistem kalibrasi alat pengukur tekanan diorganisasikan ke dalam komponen – komponen yang berbeda dan bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain untuk menjalankan fungsi sistem secara keseluruhan. Diagram ini sangat membantu dalam memahami arsitektur sistem dan dalam perancangan serta pengembangan perangkat lunak yang efisien dan modular.

4. Usecase Diagram

Usecase diagram adalah representasi grafis dari interaksi antara aktor (pengguna atau sistem eksternal) dan sistem yang digambarkan dalam bentuk *usecases*. Diagram ini membantu dalam memahami kebutuhan fungsional sistem dan bagaimana aktor berinteraksi dengan berbagai fungsi sistem. Pada Gambar 3.13 dijelaskan mengenai *usecase diagram* untuk *interface* kalibrasi alat pengukur tekanan.

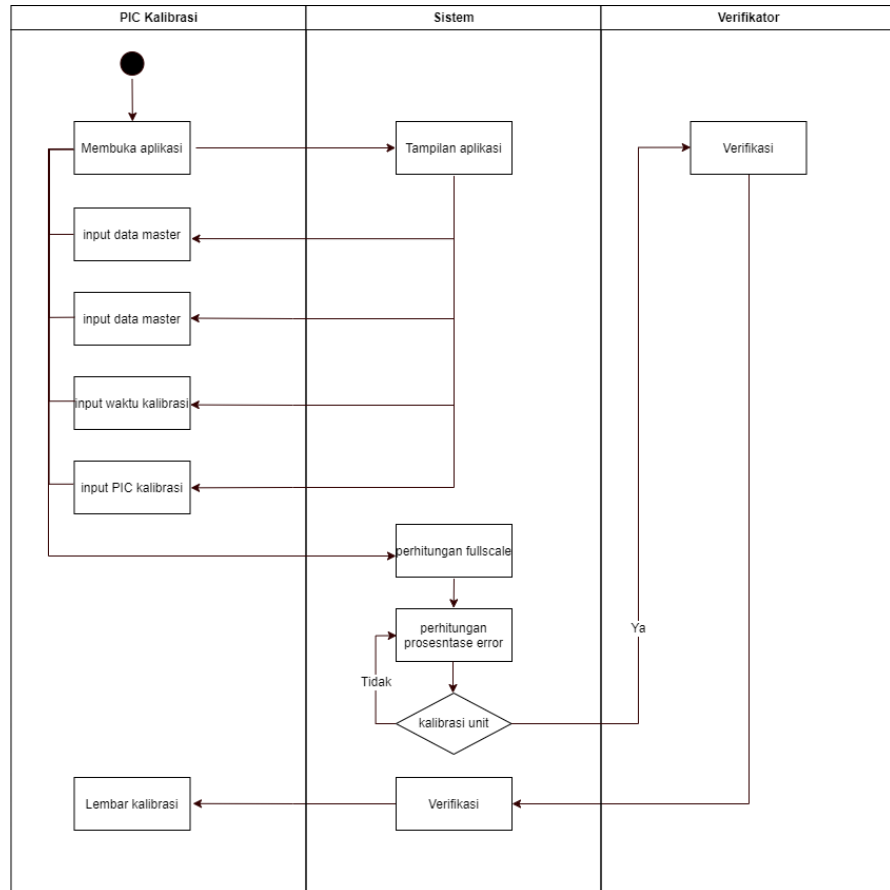


Gambar 3.13 Usecase Diagram

Dalam Gambar 3.13 yang telah dibuat, terdapat 2 aktor yaitu PIC dan verifikator kalibrasi yang terlibat dalam aplikasi. Hasil dari aksi yang dilakukan oleh PIC kalibrasi digambarkan dalam oval dengan label di dalamnya seperti input data kalibrasi yang diperlukan hingga menghasilkan lembar kalibrasi yang telah disetujui oleh verifikator. Garis – garis yang menghubungkan aktor dengan *case* menunjukkan keterlibatan aktor dalam tindakan atau fungsi tertentu. Selain itu, hubungan antara *usecase* satu dengan yang lain juga dapat ditunjukkan dalam diagram ini, menunjukkan bagaimana *usecase* saling terkait dalam sistem.

5. Activity Diagram

Activity diagram adalah representasi grafis dari alur kerja atau aktivitas dalam sistem, menunjukkan bagaimana aktivitas dimulai, berurutan, dan berakhir. Diagram ini berguna untuk memudahkan *user* dalam memahami alur sebab akibat dari yang akan dilakukan. Dimulai dengan membuka aplikasi yang dibuat akan memunculkan *main page* untuk selanjutnya pengisian data kalibrasi seperti data master, data UUT, data laporan dan lainnya hingga verifikasi oleh verifikator melalui aplikasi bantuan yaitu telegram secara *real time*. Hasil perancangana model *activity diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.14.

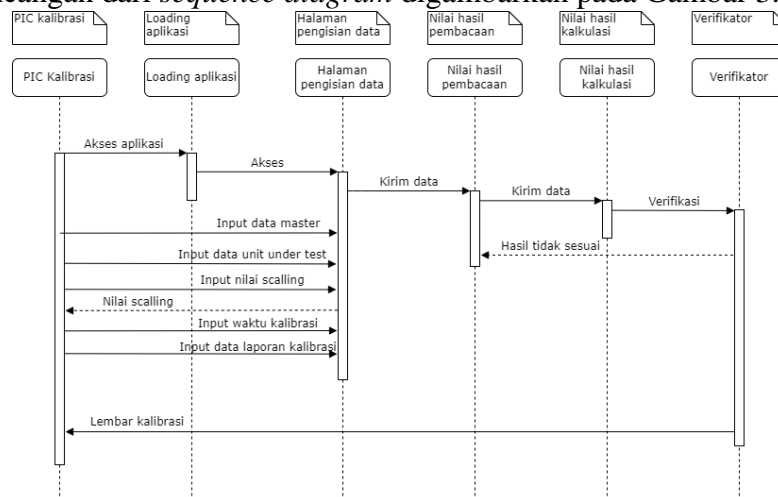


Gambar 3.14 Activity Diagram

Dengan *activity diagram* ini, didapatkan alur kerja proses kalibrasi alat pengukur tekanan yang lebih detail hingga memudahkan *user* dalam penggunaan dan *maintenance* program, mulai dari awal hingga akhir, dan bagaimana setiap langkah saling terkait untuk mencapai tujuan akhir.

6. Sequence Diagram

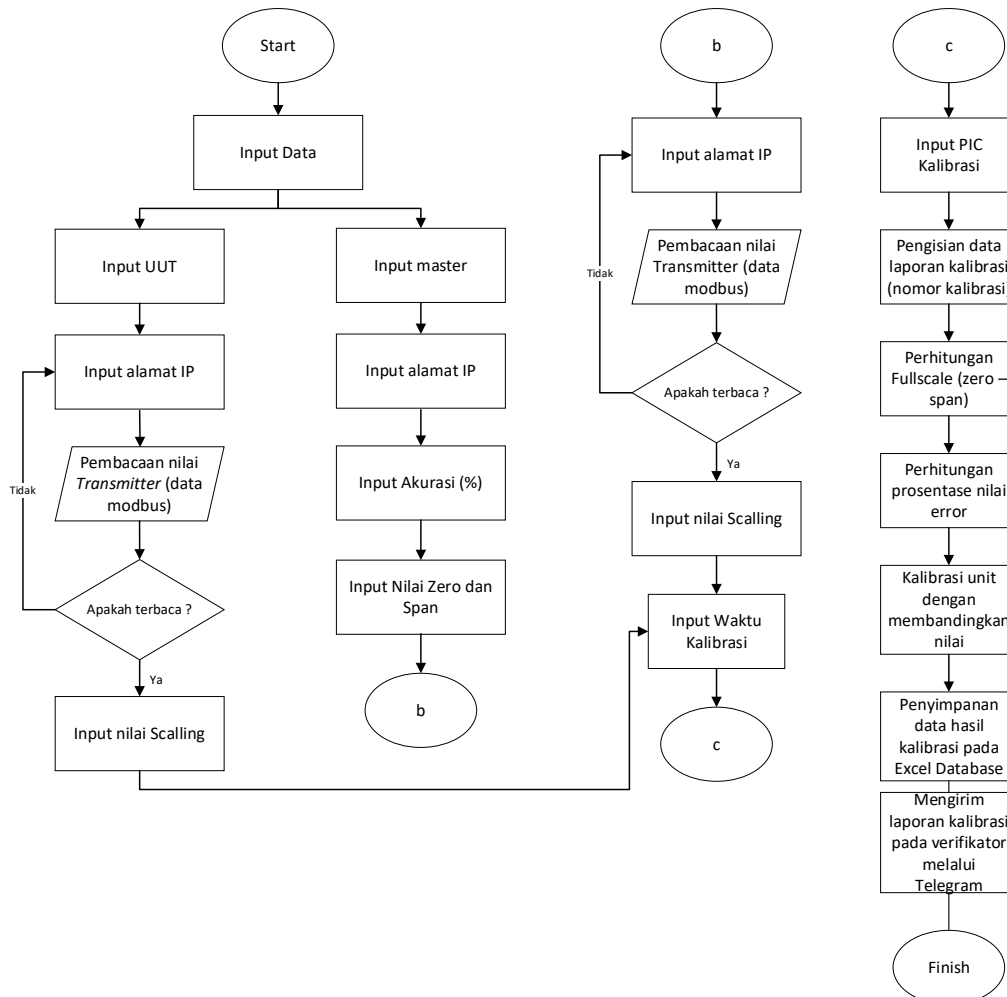
Terdapat perbedaan Diagram ini dengan *activity diagram* yaitu pada proses atau alur kerja dalam sistem dilakukan dengan berfokus pada urutan pesan yang dikirim antar objek. Perancangan dari *sequence diagram* digambarkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Sequence Diagram

Berdasarkan Gambar 3.15 dengan *sequence diagram* ini, didapatkan urutan interaksi antara Pengguna, aplikasi dan database dalam proses kalibrasi alat pengukur tekanan. Diagram ini membantu untuk memahami alur kerja dan komunikasi antar komponen dalam sistem secara lebih rinci dan terstruktur.

3.3.8 Pembuatan Program



Gambar 3.16 Overview Diagram

Dalam Gambar 3.16 terdapat Diagram pemrograman yang merinci langkah-langkah yang diperlukan dalam pembuatan program untuk menampilkan data pada *software* yang dibuat. Tahapan awal yaitu menginput data dari alat yang akan digunakan. Pada tahap ini terbagi menjadi 2 input yaitu menginput data dari *unit under test* dan master yang digunakan, isi dari data yang harus diisi diantaranya yaitu Alamat IP, input akurasi (%) input nilai *zero* dan span serta nilai *scalling*.

Setelah tahap input data dari unit yang digunakan selanjutnya yaitu penginputan waktu, PIC dan pengisian data lembar kalibrasi seperti nomor kalibrasi untuk kebutuhan dalam lembar kalibrasi yang akan dikeluarkan. Kemudian dilanjutkan dengan proses perhitungan *fullscale* dari alat yang selanjutnya memasuki perhitungan kalibrasi yang meliputi akurasi, error, histerisis, linieritas dan sensitivitas. Perhitungan ini akan dituliskan secara matematis dalam program yang akan dibuat. Setelah proses perhitungan unit kalibrasi oleh sistem maka data hasil akan dikirimkan secara otomatis dalam bentuk lembar kalibrasi pada *excel*. Tabel yang akan dibuat terdapat pada Gambar 3.17.

KALIBRASI PRESSURE TRANSMITTER Y913



CUSTOMER : INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 ADDRESS : Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya,
 Jawa Timur 60111

PERFORMANCE DATE

Pressure Transmitter Y913	
MODEL NO :	INPUT RANGE :
SERIAL NO :	OUTPUT RANGE :
PLANT :	SPAN :
TAG NO :	SENSITIVITY :
SET :	LINIERITY :
LASS ACCURAC :	HYSTERISIS :

TABEL KALIBRASI

STEP	%	Pressure (Psi)		Error	Error (%)
		PT Ashcroft GC51	PT Beumer Y913		
		PSI	PSI		
UP	0				
	25				
	50				
	75				
	100				
DOWN	100				
	75				
	50				
	25				
	0				
RATA-RATA					
AKURASI					

Remark	PIC	Checked by	Accepted

Gambar 3.17 Tabel hasil kalibrasi pada excel

3.3.9 Integrasi Hardware Dengan Software

Integrasi antara *hardware* dan *software* adalah kegiatan yang dilakukan setelah pembuatan sistem selesai dan telah melalui proses validasi. Maka, dilakukan integrasi antara *gateway* modbus ethernet yang telah terprogram dengan alat pengukur tekanan menggunakan protocol komunikasi modbus TCP/IP. Tujuannya adalah untuk menyatukan dua sistem, *hardware* dan *software*, sehingga dapat dilakukan ditampilkan pada *interface* dan pengolahan data.

3.3.10 Acceptance Test Pada Plant

Acceptance test dilakukan dengan menguji dan melakukan verifikasi yang dilakukan untuk memeriksa bahwa sistem telah terinstalasi dan dijalankan sesuai dengan *check sheets* yang telah dibuat. Pada *acceptance test* terbagi menjadi 3 sub test yaitu *leak test*, *electrical check* dan *loop check*. Prosedur melakukan *leak test* yaitu :

1. Pasang dan pastikan rangkaian tubing telah rapat
2. Masukkan cairan yang akan digunakan sebagai fluida
3. Pompa *injector* hingga tekanan 60 psi atau 150 psi
4. Tunggu hingga 10-15 menit
5. Lakukan observasi secara visual
6. Catat hasil *leak test*

Selanjutnya dalam melakukan *electrical check* dibutuhkan bantuan dari alat ukur *multimeter*. Berikut adalah prosedur untuk melakukan *electrical check* :

1. Hubungkan *power supply* 24 VDC dengan sumber listrik PLN untuk menghidupkan

seluruh komponen elektrik

2. Nyalakan *multimeter* yang telah disiapkan
3. Set *multimeter* untuk mengukur voltase AC dan DC
4. Ukur voltase input PSU menggunakan set VAC pada *multimeter*
5. Ukur komponen elektrik lain menggunakan set VDC pada *multimeter*
6. Catat hasil

Kemudian dalam melakukan *loop check* untuk melihat keluaran sinyal 4-20 mA dari modul I/O modbus TCP/IP dibutuhkan bantuan dari sinyal generator. Berikut adalah prosedur untuk melakukan *loop check* pada *channel* analog input:

1. Pastikan modul I/O modbus TCP/IP telah menyala
2. Untuk melakukan *loop check* pada analog input hubungkan (+) sinyal generator pada alamat *channel* yang ingin dicoba dan (-) pada *ground* PSU atau *ground* dari modul I/O modbus TCP/IP
3. Set sinyal generator untuk dapat menginject 4-20mA
4. Inject miliAmpere pada sinyal generator sesuai dengan yang telah ditentukan
5. Lihat hasil pembacaan yang tertampil pada LCD modul I/O modbus TCP/IP
6. Catat hasil

Setelah itu untuk melakukan *loop check* pada *channel* analog output terdapat sedikit perbedaan, berikut merupakan prosedur dalam melakukan *channel* analog output :

1. Pastikan modul I/O modbus TCP/IP telah menyala
2. Untuk melakukan *loop check* pada analog output rangkaian *multimeter* pada *channel* yang ingin diuji modul I/O modbus TCP/IP secara seri
3. Pastikan multimer telah diset pengukuran arus DC
4. Inject sinyal 4-20mA melalui aplikasi pabrikan
5. Lihat hasil pembacaan yang tertampil pada *multimeter*
6. Catat hasil

3.3.11 Proses Kalibrasi Alat

Proses kalibrasi alat adalah kegiatan tahap akhir dalam penelitian ini untuk memastikan integrasi komponen dan aplikasi berjalan dengan baik dan meminimalisir kesalahan.. Pengujian sistem alat ini dilakukan di laboratorium pengukuran Departemen Teknik Instrumentasi untuk mengambil data hasil performa komunikasi modbus TCP/IP terhadap konversi sinyal 4-20 mA mendapatkan eror dibawah 5% dan efisiensi waktu. Setelah pengujian berdasarkan tujuan penelitian selesai, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa laporan hasil kalibrasi dari aplikasi yang dibuat dapat mengirim dan melakukan verifikasi secara otomatis melalui telegram secara *realtime*. Serta dalam proses ini, waktu yang dibutuhkan dalam kalibrasi juga dihitung untuk melihat efisiensi waktu yang telah didapat. Proses kalibrasi dilakukan dengan mengikuti prosedur berikut :

1. Siapkan UUT yang hendak dikalibrasi
2. *Install* UUT dan master pada rangkaian tubing dengan *injector* hidrolik
3. Isi *feedtank* pada *injector* hidrolik menggunakan oli garda yang telah disiapkan sesuai kebutuhan
4. Pompa *injector* dengan membuka jalur *venting* untuk membuang udara yang masih terperangkap dalam tubing lalu tutup kembali *venting*
5. Hubungkan steker *power supply* pada stop kontak 220 VAC
6. Buka aplikasi
7. Isi data kalibrasi sesuai dengan petunjuk diatas

8. Pompa *injector* hidrolis sehingga menghasilkan tekanan dari rentang kenaikan yang telah ditentukan
9. Kemudian klik *button next* pada aplikasi disetiap rentang kenaikan percobaan yang dihasilkan oleh UUT dan master pada tabel validasi kemudian pompa lagi sampai mendapat nilai yang diinginkan
10. Buang tekanan dengan membuka *drainage* sehingga menghasilkan tekanan dari rentang turun yang telah ditentukan
11. Kemudian catat pembacaan nilai tekanan disetiap rentang penurunan percobaan yang dihasilkan oleh UUT dan master pada tabel validasi
12. Catat hasil pembacaan tekanan yang dihasilkan UUT dan master setiap rentang kenaikan dan penurunan percobaan dalam tabel validasi excel
13. Klik *button show chart* untuk menampilkan grafik hasil kalibrasi pada aplikasi
14. Klik *button save* untuk menampilkan hasil laporan kalibrasi dalam bentuk *excel* dan pilih logo yang akan digunakan
15. Klik *button send* untuk mengirimkan hasil kalibrasi pada supervisor untuk persetujuan
16. Klik *button check* untuk melihat hasil verifikasi oleh supervisor dan mengirim hasil kepada verifikator

3.3.12 Analisis Kinerja Alat

Setelah dilakukan proses kalibrasi untuk pengujian sistem maka akan didapatkan data-data hasil pengujian. Data – data pengujian terbagi menjadi 3 pokok analisis yaitu validasi alat pengukur tekanan yang dilakukan secara manual dengan pencatatan data dan perhitungan masih menggunakan cara konvensional.

Analisis performa komunikasi modbus TCP/IP untuk mendapatkan eror dibawah 5% sehingga dapat melihat performansi dari alat pengukur dan dapat ditampilkan dalam bentuk *excel* secara otomatis yang memudahkan dalam pembuatan *report* kalibrasi alat pengukur tekanan. Analisis ini juga ditambahkan persamaan nilai scaling dari alat pengukur tekanan yang dikonversi menjadi data integer modbus TCP/IP.

Analisis dari pengujian juga dilakukan terhadap efisiensi waktu yang didapat dari alat pelaporan kalibrasi alat pengukur otomatis dengan kegiatan kalibrasi alat pengukur tekanan yang masih dilakukan secara manual. Persamaan efisiensi waktu kalibrasi dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$Efisiensi = \frac{waktu\ kalibrasi\ manual - waktu\ kalibrasi\ otomatis}{waktu\ kalibrasi\ manual} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Persamaan 3.1 digunakan untuk melakukan analisis performa alat terhadap efisiensi waktu. Diperlukan data kalibrasi konvensional sebagai perbandingan dalam menghitung efisiensi waktu yang didapat dari perhitungan waktu didalam *excel* setelah melakukan kalibrasi.

3.3.13 Pembuatan Laporan

Kegiatan pembuatan laporan ini dilakukan setelah seluruh alat penelitian dapat berjalan sesuai harapan. Langkah akhir adalah membuat laporan yang komprehensif. Tujuan dari pembuatan laporan ini adalah untuk memberikan bukti otentik bahwa penelitian telah dilaksanakan secara sistematis dan berhasil mencapai hasil yang diinginkan. Laporan ini akan mencakup hasil dari rancangan yang telah dibuat, identifikasi masalah dan solusi selama proses pengerjaan, serta analisis data yang diperoleh. Selain itu, laporan ini juga akan menyajikan kesimpulan yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya atau penerapan praktis di lapangan. Dengan demikian, laporan ini tidak hanya berfungsi sebagai dokumentasi, tetapi juga sebagai sumber informasi yang berharga bagi para peneliti dan praktisi lainnya di bidang terkait.

Halaman ini sengaja dikosongkan

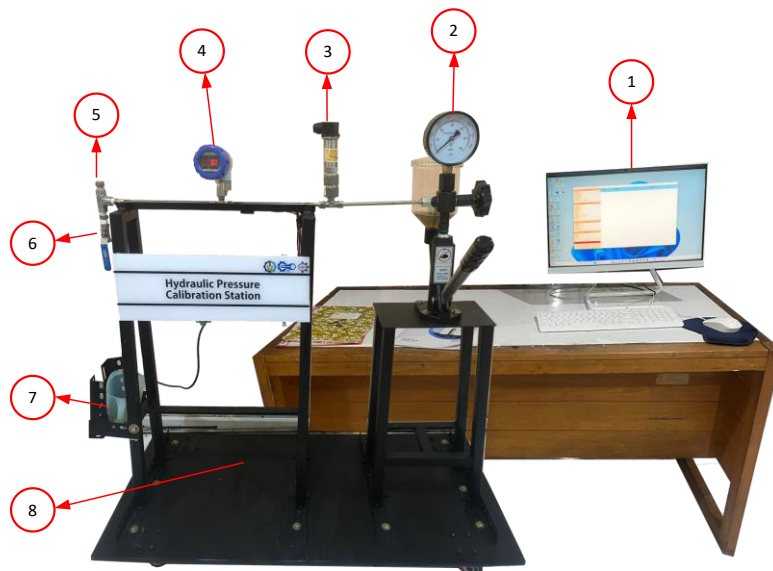
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Alat

Perancangan dan pembuatan *hydraulic pressure calibration station* untuk alat pengukur tekanan didasarkan pada berbagai dokumen *engineering design*, seperti desain 3 dimensi, *Process Flow Diagram* (PFD), *Piping & Instrument Diagram* (PNID), *wiring diagram* serta permodelan *Unified Modeling Language* (UML). Langkah ini diambil dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem yang akan diimplementasikan sesuai dengan standar keselamatan yang ditetapkan dan dapat berfungsi secara optimal.

4.1 Hasil Pembuatan *Hardware* Alat

Dalam penelitian ini, pembuatan *plant* melibatkan beberapa komponen. Salah satunya adalah unit *Nozzle Tester* sebagai *injector* fluida hidrolis supaya fluida dapat mengalir pada *tubing* sehingga tercipta tekanan yang dapat terbaca oleh alat pengukur tekanan. Dibagian belakang alat, terdapat dinrail yang memuat komponen elektronika seperti Ethernet modbus *Gateway Ebyte* sebagai pengondisian dan pemrosesan sinyal hingga dapat dikirim pada monitor, terminal blok untuk merapikan jalur perkabelan. Selain itu, sebagai *instrument* utama pada alat ini terdapat alat pengukur tekanan dengan rincian *pressure transmitter* Beumer Y913 sebagai master atau alat standar tekanan yang digunakan sebagai pembanding nilai pembacaan tekanan, *pressure gauge* schuh dan *pressure transmitter* Ashcroft GC51 sebagai unit alat pengukur tekanan yang divalidasi. Serta terdapat *tubing* sebagai media yang dialiri fluida yang dilengkapi dengan *venting* untuk memuang tekanan pneumatik dan *drainage* untuk membuang fluida hidrolis setelah penggunaan alat. Hasil dari pembuatan alat dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil pembuatan *hardware*

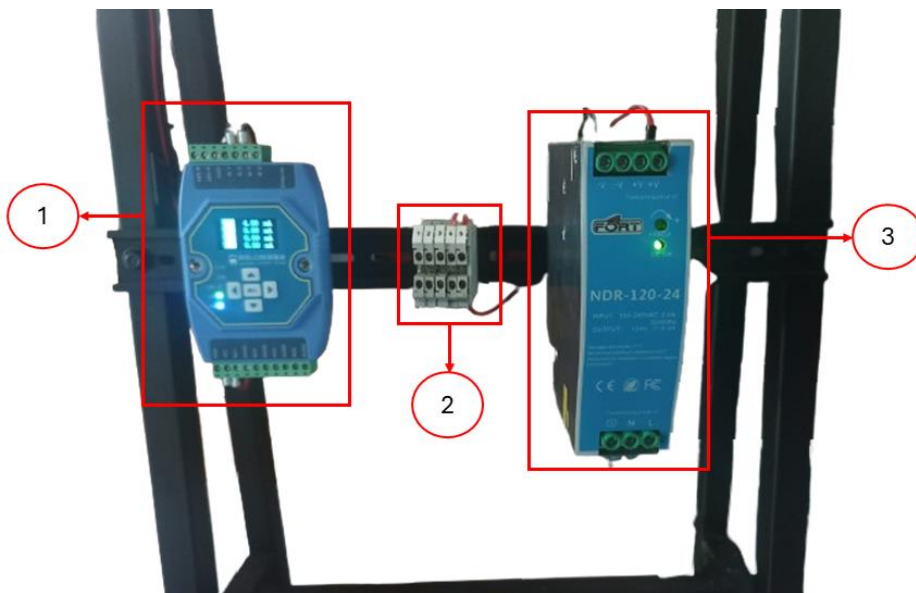
Pada Gambar 4.1 di atas, ditampilkan komponen *hardware* dari *hydraulic pressure calibration station* yang telah dirancang khusus untuk kalibrasi alat pengukur tekanan. Alat ini dibuat sebagai bagian dari sarana pembelajaran dalam Laboratorium Pengukuran Departemen Teknik Instrumentasi ITS dan kalibrasi alat pengukur tekanan. Proses pembuatan alat ini mengacu pada dokumen *engineering*. Dengan keterangan beserta spesifikasi tiap komponen yang ditampilkan pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Keterangan *equipment* dalam alat

No.	Nama Equipment	Deskripsi
1.	Monitor PC	Untuk operasi data kalibrasi
2.	<i>Injector hydraulic</i>	Sebagai pompa untuk mengalirkan oli hingga supaya menghasilkan tekanan
3.	PT Beumer Y913 (Master)	Sebagai master atau alat standar dalam proses kalibrasi
4.	PT Ashcroft GC51 (UUT)	Sebagai UUT atau alat pengukur tekanan yang dikalibrasi
5.	<i>Venting</i>	Sebagai pembuangan udara yang terperangkap ketika akan melakukan kalibrasi
6.	<i>Hand Valve</i>	Sebagai drainage atau untuk pembuangan oli dari tubing
7.	Gelas ukur	Sebagai penampung oli dari proses kalibrasi
8.	Kerangka Alat	Untuk tempat semua komponen dalam alat

4.1.1 Hasil *Wiring Electrical* Alat

Hasil wiring dari komponen-komponen elektrik untuk mengoperasikan *hydraulic calibration station*. Terdapat terminal blok untuk terminasi daya listrik DC, modul Ethernet I/O Modbus TCP/IP yang mengubah sinyal 4-20mA menjadi komunikasi Modbus TCP/IP, dan *Power Supply* 24 VDC sebagai sumber tegangan utama. Diagram *wiring electrical* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



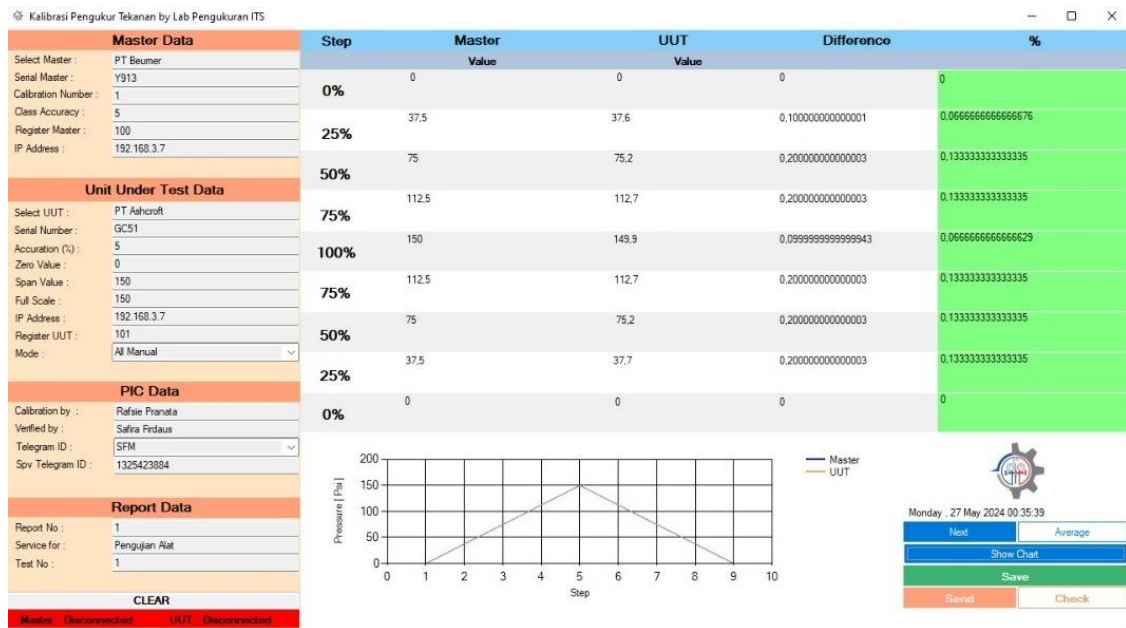
Gambar 4.2 Hasil *wiring electrical*

Bedasarkan Gambar 4.2 hasil *wiring electrical* di atas yang terdiri dari modul Ethernet I/O modbus TCP/IP, Terminal blok, dan *Power supply* 24VDC. Berikut penjelasan *wiring hydraulic calibration station* :

1. Modul Etherner I/O modbus TCP/IP : sebagai pengubah sinyal 4-20mA menjadi komunikasi Modbus TCP/IP
2. Terminal blok : sebagai terminasi daya listrik DC
3. *Power Supply* 24VDC 5A : sebagai sumber tegangan 24 VDC utama

4.1.2 Hasil Pembuatan *Software* Alat


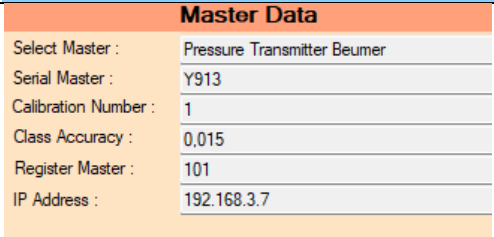
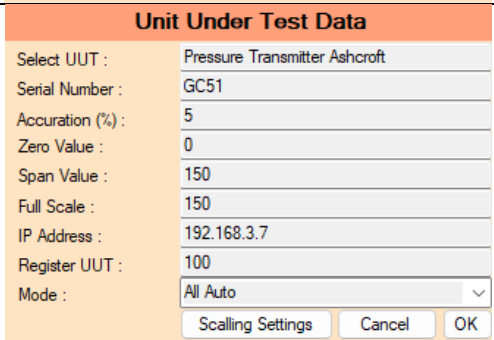
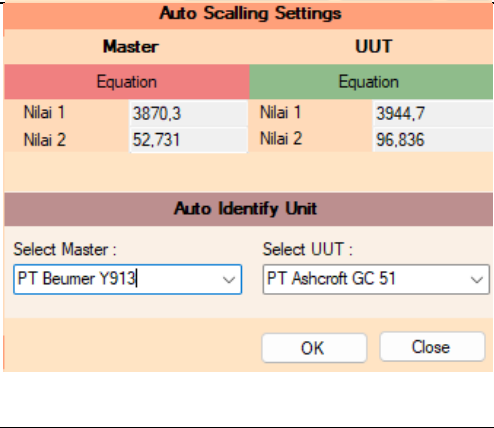
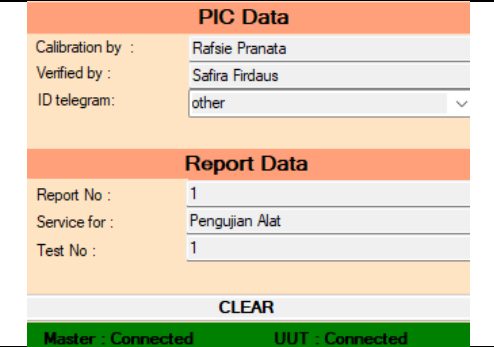
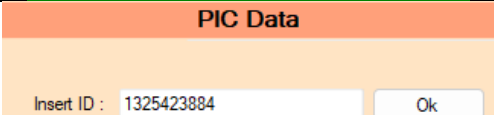
Software untuk melakukan kalibrasi alat pengukur tekanan telah dibuat menggunakan bantuan aplikasi *programming* visual studio dengan Bahasa C#. Dalam pembuatan *software* ini menggunakan metode UML (*Unified Modeling Language*) dengan tujuan membantu dalam proses pembuatan program supaya lebih terstruktur dan mempermudah *troubleshooting* apabila diperlukan. Terdapat 7 dari 13 *modeling* dalam UML yang digunakan pada pembuatan *software* penelitian ini. Tampilan *software* yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Software* kalibrasi alat pengukur tekanan

Sesuai dengan UML yang telah dibuat untuk perancangan *software*, langkah awal dimulai dengan pengisian data yang perlu diisi untuk keperluan laporan kalibrasi. Terdapat input IP dan Register dari modbus TCP/IP yang tersambung dengan PC yang perlu diisi sesuai dengan Alamat yang telah di-*setting*. Selain itu terdapat input mode yang harus dimasukkan, terdapat 4 mode yang disediakan pada visual studio menggunakan logika *switch case*, yaitu mode auto master ketika master dari proses kalibrasi alat pengukur tekanan terhubung dengan komunikasi modbus TCP/IP untuk mengirimkan data sehingga dalam kolom hasil pembacaan akan otomatis terisi hasil pembacaan dari alat tersebut. Mode auto UUT yaitu ketika unit yang sedang dikalibrasi terhubung dengan komunikasi modbus TCP/IP untuk mengirimkan data sehingga dalam kolom hasil pembacaan akan otomatis terisi hasil pembacaan dari alat tersebut. All auto yaitu ketika semua alat pengukur tekanan dalam proses kalibrasi terhubung dengan modul ethernet sehingga semua akan otomatis terisi dan mode all manual yaitu dalam proses kalibrasi, PIC diminta untuk mengisi manual hasil pembacaan yang tampak pada local indikator alat untuk dituliskan dalam kolom hasil pembacaan setiap langkah. Kemudian terdapat kolom untuk melakukan nilai scalling dengan nilai yang telah dihitung menggunakan persamaan linieritas menggunakan bantuan aplikasi Microsoft excel, dalam *software* yang telah dibuat hanya memilih sesuai dengan *device* yang digunakan. Kemudian setelah semua data telah diisi dan didapatkan grafik pada aplikasi yaitu klik tombol save untuk menyimpan data berupa lembar kalibrasi pada excel serta tombol send untuk mengirimkan hasil lembar kalibrasi pada verifikator yang ditulis sesuai kolom pengisian PIC melalui Telegram. Detail setiap fungsi – fungsi pada *software* dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

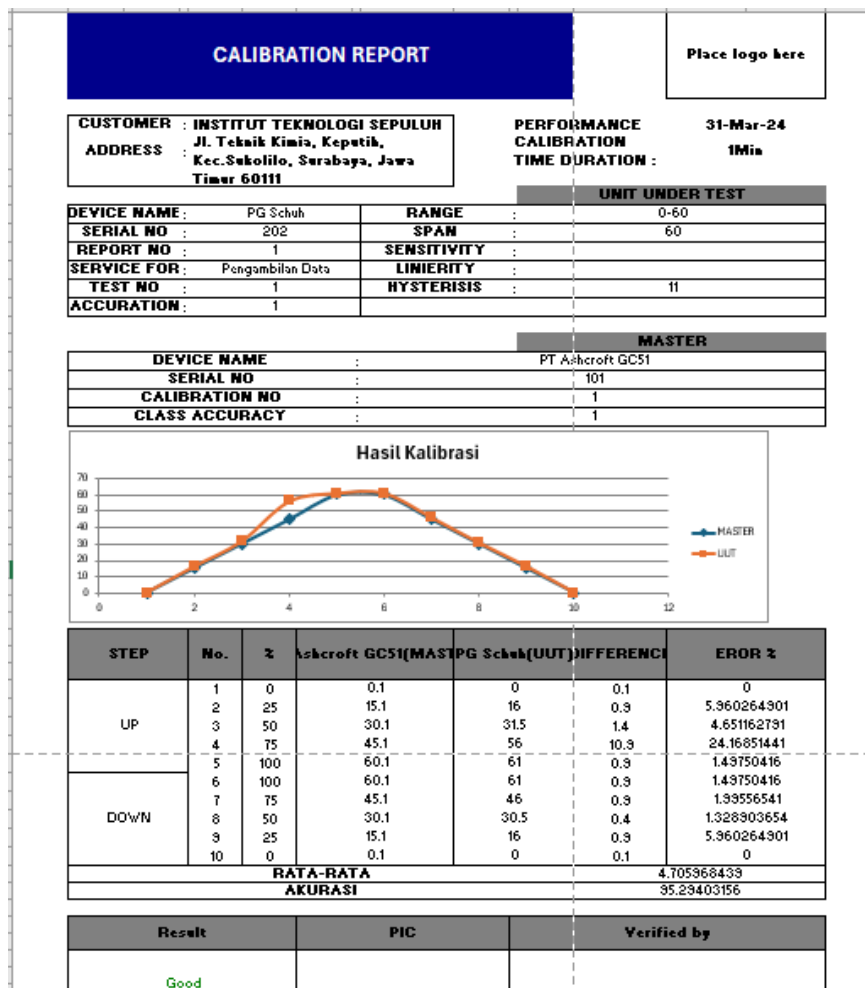
Tabel 4.2 Deskripsi fungsi yang terdapat pada *software*

Tampilan pada <i>software</i>	Penjelasan
	<p>Tampilan <i>splash screen</i> ketika <i>software</i> baru dibuka.</p>
	<p>Kolom pengisian nama <i>device</i>, nomor serial, nomor kalibrasi, kelas akurasi, <i>register</i> master pada modbus TCP/IP, dan Alamat IP.</p>
	<p>Kolom pengisian data UUT, kolom pengisian akurasi berpengaruh pada kualifikasi kalibrasi yang ditentukan. Kolom pengisian span berpengaruh pada perhitungan nilai %eror hingga akurasi. Terdapat 4 pilihan mode yang dapat disesuaikan kebutuhan seperti <i>auto</i> master, <i>auto</i> UUT, <i>all auto</i> dan <i>all manual</i>.</p>
	<p>Kolom pengisian nilai <i>scalling</i> apabila menggunakan unit alat pengukur yang mengirimkan sinyal melalui komunikasi modbus TCP/IP. <i>Equation</i> didapatkan dari persamaan $y = ax + b$ sehingga didapatkan persamaan untuk mencari nilai $x = \frac{y-b}{a}$. Dari persamaan tersebut nilai 1 didapatkan dari nilai b dan nilai 2 didapatkan dari nilai pada hasil persamaan <i>scalling</i> didalam aplikasi.</p>
	<p>Kolom pengisian PIC data, terdapat pengisian ID telegram untuk mengirimkan hasil kalibrasi pada verifikasi tujuan</p>
	<p>Pengisian nomor ID verifikasi apabila tidak terdapat pada <i>combo box</i> yang telah disediakan</p>

Tabel Lanjutan Deskripsi fungsi yang terdapat pada *software*

Tampilan pada <i>software</i>						Penjelasan
Stop	Count	Master Value	UUT Value	Difference	%	Tampilan kalibrasi. Terdapat tombol <i>next</i> untuk melanjutkan pada langkah selanjutnya dari masing masing langkah dimulai dari 0% hingga Kembali ke 0% lagi. Tombol <i>average</i> untuk pembacaan unit yang lebih presisi. Tombol <i>show chart</i> untuk menampilkan grafik didalam <i>software</i> . Tombol <i>save</i> untuk menampilkan data kalibrasi dalam bentuk excel. Dan data <i>send</i> untuk mengirimkan data kalibrasi yang sudah disimpan dalam bentuk excel kepada verifikator melalui Telegram
0%	0	2.45953714134	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453	
25%	0	37.7519864975062	37.1380478334504	0.61393864055837	0.402920442703891	
50%	211	75.0602236154405	74.6892526442168	0.578779265380305	0.38595284358667	
75%	59	112.705841105177	111.651794484817	0.52029482255361	0.61886321503574	
100%	35	150.837613203204	149.424143537903	1.43519369728747	0.95679578191649	
75%	0	113.305266351861	112.327027138667	0.978235213193888	0.65219475462592	
50%	0	75.1683070679486	74.8512949729439	0.317012095004699	0.211341396698	
25%	0	37.4675238474522	36.8385724317403	0.628951415711889	0.418300943807926	
0%	0	2.45953714134	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453	

Terdapat hasil menyimpan data kalibrasi dalam bentuk excel setelah melakukan kalibrasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil lembar kalibrasi oleh *software*

Tampilan excel yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 Merupakan hasil data yang telah diisi pada *software* kemudian di-generate pada excel dengan menggunakan *library* Microsoft

excel interop yang tersedia pada visual studio. Isi dari lembar kalibrasi yang dibuat telah disesuaikan dengan lembar kalibrasi yang dikeluarkan oleh vendor – vendor. Terdapat lama waktu kalibrasi yang dihitung sejak dimulainya kalibrasi setelah pengisian data, fitur ini digunakan dalam melihat perbandingan efisiensi waktu alat yang telah dibuat dengan kalibrasi konvensional. Selain itu, dalam kolom *result* juga dibuat 2 opsi dengan opsi yang pertama yaitu *good* berwarna hijau yang berarti yaitu hasil kalibrasi bagus dan mendapatkan error di bawah dari yang telah ditentukan serta hasil yang kedua yaitu *need adjustment* berwarna merah yang berarti yaitu kalibrasi yang telah dilakukan menunjukkan hasil error lebih dari yang telah ditentukan maka dari itu perlu dilakukan *adjustment* pada alat yang telah dikalibrasi. Setelah file excel hasil kalibrasi *disave* selanjutnya yaitu mengirim data hasil kalibrasi dengan tombol *send*. Hasil pengiriman data excel dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil pengiriman data kalibrasi melalui bot Telegram

Gambar 4.5 merupakan hasil pengiriman kalibrasi melalui bot Telegram menunjukkan proses otomatisasi yang efisien pemberitahuan bahwa kalibrasi telah berhasil dilakukan dengan benar. Dalam gambar tersebut, tampak bahwa bot Telegram menampilkan hasil kalibrasi secara *real-time* kepada pengguna, termasuk data penting seperti nilai kalibrasi, waktu pengambilan data, dan status perangkat. Proses ini tidak hanya mempercepat distribusi informasi, tetapi juga meminimalkan kesalahan manusia yang mungkin terjadi dalam pengolahan *manual*. Dengan demikian, pengguna dapat segera mengetahui kondisi perangkat mereka dan melakukan tindakan korektif jika diperlukan, meningkatkan akurasi dan keandalan operasi perangkat secara keseluruhan.

4.2 Hasil validasi komponen

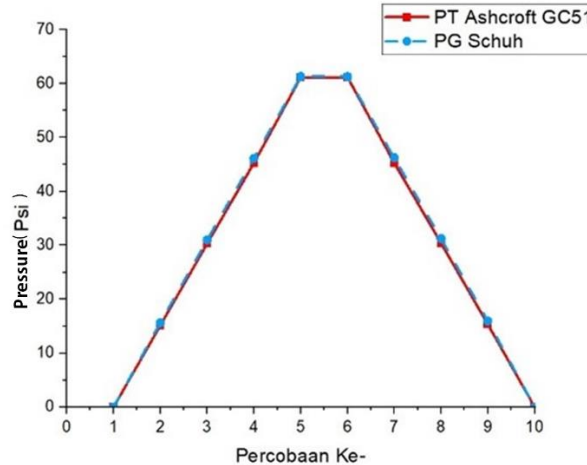
Alat pengukur tekanan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sensor *Pressure Gauge* merk Schuh, yang digunakan untuk mengukur tekanan hidrolik pada *tubing* dengan pembacaan manual. *Pressure Transmitter* merk ashcroft yang kegunaanya sama dengan *pressure gauge*, namun data yang didapat oleh alat dapat otomatis masuk pada monitor. Penting untuk memvalidasi kedua sensor tekanan ini guna menilai kehandalan penggunaannya.

Hasil validasi ini mencakup perhitungan nilai sensor dan grafik karakteristik untuk mengetahui sifat statik sensor, yang dijelaskan secara rinci dalam subbagian 4.2.1 dan 4.2.2.

4.2.1 Validasi Manual *Pressure Gauge*

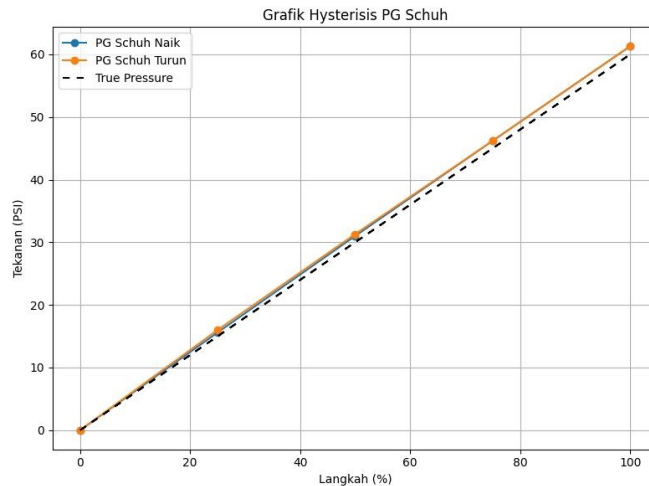
Validasi sensor dilakukan untuk memverifikasi keakuratan dan kebenaran pembacaan yang diberikan oleh sensor tersebut. Proses validasi melibatkan perbandingan antara hasil pembacaan dari *pressure gauge* Schuh sebagai *Unit Under Test* (UUT) dengan *pressure transmitter* Ashcroft GC51 sebagai master. Uji coba *pressure gauge* Schuh dilaksanakan di laboratorium Pengukuran Departemen Teknik Instrumentasi ITS pada hari Rabu, 13 Maret 2024. Selama proses validasi, parameter-parameter karakteristik statik yang dicari mencakup *range*, *span*, *eror*, *akurasi*, dan *hysteresis* yang dihasilkan oleh UUT dalam proses validasi ini.

Pembacaan UUT *pressure gauge* Schuh dengan master menggunakan *pressure transmitter* ashcroft GC51 dengan tekanan yang dihasilkan oleh *injector* hidrolik. Didapatkan grafik berdasarkan data hasil validasi karakteristik statik UUT dan master yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6 Grafik validasi *pressure gauge* Schuh

Grafik yang ditampilkan dalam Gambar 4.6 memperlihatkan perbandingan hasil validasi antara *pressure gauge* Schuh (UUT) dan standar menggunakan *pressure transmitter* Ashcroft GC51 sebagai master dengan variasi rentang skala sesuai spesifikasi UUT. Eror tertinggi mencapai 3,91 PSI pada tekanan 15 PSI saat turun, sementara eror terendah adalah 0 psi. Dari grafik tersebut didapatkan bahwa rentang pembacaan UUT adalah 0 hingga 60 PSI rata-rata eror antara UUT dan master adalah 1,66%, menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Uji validasi ini melibatkan pengambilan beberapa data, termasuk kondisi naik dengan rentang 0 hingga 60 psi, serta kondisi turun dari 60 psi hingga 0 psi. Hasil akurasi pengujian menunjukkan nilai 98,34% baik pada kondisi naik maupun turun. Kemudian hasil hysteresis yang didapat ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Histerisis PG Schuh

Berdasarkan grafik histerisis hasil dari validasi *manual* didapatkan total nilai dalam pembacaan naik yaitu 154,12 dan total nilai dalam pembacaan turun yaitu 154,78 sehingga didapatkan nilai histerisis yaitu 0,66. Hasil ini dinilai baik karena dalam pembacaan naik dan turun tidak jauh beda. Rincian data tabel hasil pengolahan dapat dilihat pada Lampiran 2 dan penggabungan dari data tabel dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

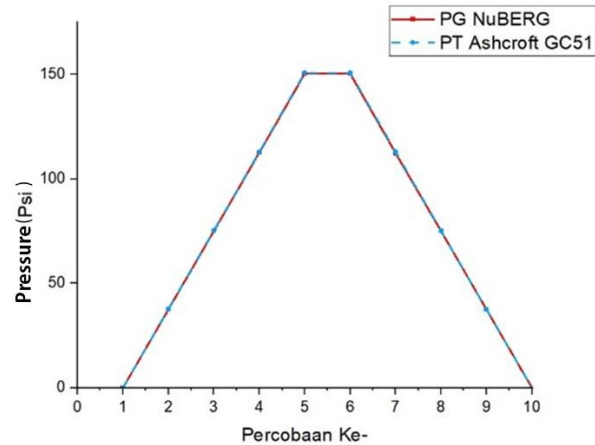
Tabel 4.3 Data hasil validasi *pressure gauge* Schuh

LANGKAH	%	PT Ashcroft GC51	PG Schuh	Error	Error (%)
		Tekanan (psi)	Tekanan (psi)		
UP	0	0.0	0.0	0.0	0.00
	25	15.2	15.6	0.5	3.10
	50	30.3	31.0	0.7	2.21
	75	45.3	46.2	0.9	1.99
	100	61.2	61.3	0.2	0.28
DOWN	100	61.2	61.3	0.1	0.21
	75	45.3	46.2	0.9	2.05
	50	30.4	31.3	0.9	2.83
	25	15.4	16.0	0.6	3.91
	0	0.0	0.0	0.0	0.00
RATA-RATA (%)					1.66
AKURASI (%)					98.34
HYSTERISIS					0.66

4.2.2 Validasi Manual *Pressure Transmitter* Ashcroft GC51

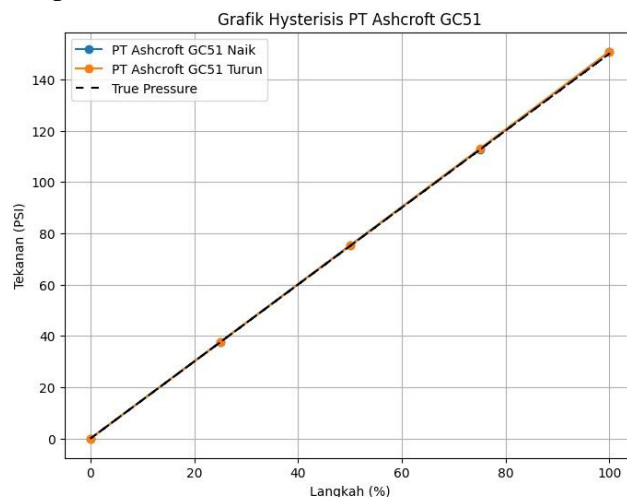
Proses validasi melibatkan perbandingan antara hasil pembacaan dari *pressure transmitter* Ashcroft GC51 sebagai Unit Under Test (UUT) dengan *pressure gauge* NuBERG sebagai master. Uji coba *pressure transmitter* Ashcroft GC51 dilaksanakan di laboratorium Pengukuran Departemen Teknik Instrumentasi ITS pada hari Selasa, 16 April 2024. Selama proses validasi, parameter-parameter karakteristik statik yang dicari mencakup *range*, *span*, *error*, *akurasi*, *linieritas*, *sensitivitas* dan *histerisis* yang dihasilkan oleh UUT dalam proses validasi ini.

Pembacaan UUT *pressure transmitter* Ashcroft GC51 dengan master menggunakan *pressure gauge* NuBERG dengan tekanan yang dihasilkan oleh *injector* hidrolik. Didapatkan grafik berdasarkan data hasil validasi karakteristik statik UUT dan master yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 sebagai berikut:



Gambar 4.8 Grafik validasi tekanan naik dan turun

Grafik yang ditampilkan dalam Gambar 4.7 memperlihatkan perbandingan hasil validasi antara *pressure transmitter* Ashcroft GC51 (UUT) dan standar menggunakan *pressure gauge* NuBERG sebagai master dengan variasi rentang skala sesuai spesifikasi UUT. Error tertinggi mencapai 3,91 psi pada tekanan 112,5 psi saat turun, sementara error terendah adalah 0 psi. Dari grafik tersebut didapatkan bahwa rentang pembacaan UUT adalah 0 hingga 150 psi rata-rata error antara UUT dan master adalah 1,66%, menunjukkan tingkat akurasi yang baik. Uji validasi ini melibatkan pengambilan beberapa data, termasuk kondisi naik dengan rentang 0 hingga 150 PSI, serta kondisi turun dari 150 PSI hingga 0 PSI. Hasil akurasi pengujian menunjukkan nilai 99,761% baik pada kondisi naik maupun turun. Kemudian hasil histerisis yang didapat ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Histerisis PT Ashcroft GC51

Berdasarkan grafik histerisis hasil dari validasi *manual* didapatkan total nilai dalam pembacaan naik yaitu 376.42 dan didapatkan total nilai dalam pembacaan turun sama seperti naik yaitu 376.42 sehingga didapatkan nilai histerisis yaitu 0. Hasil ini dinilai baik karena dalam pembacaan naik dan turun tidak jauh beda. Rincian data tabel hasil pengolahan dapat dilihat pada Lampiran 3 dan penggabungan dari data tabel dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4. 4 Data hasil validasi pressure transmitter Ashcroft GC51

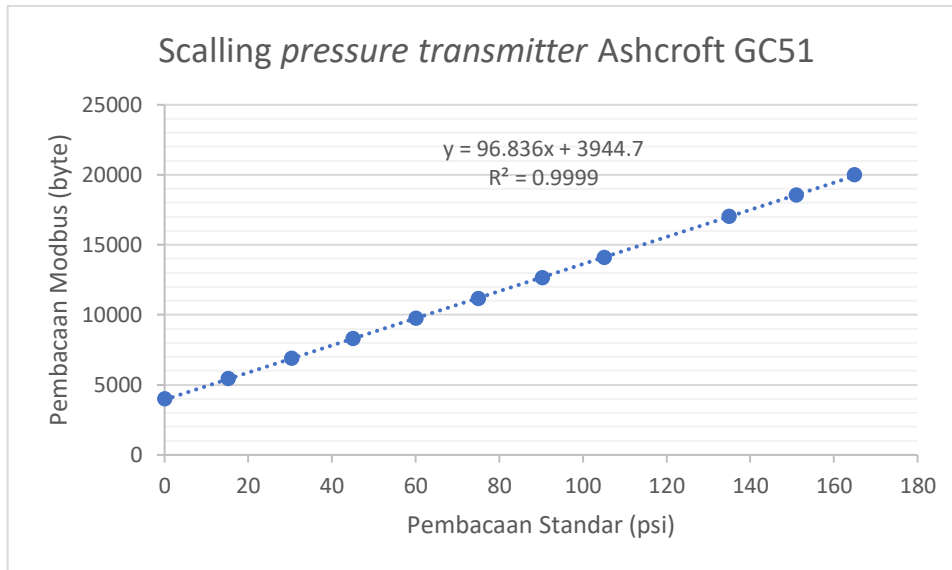
LANGKAH	%	Pressure (Psi)			Error	Error (%)
		Pressure Gauge	PT Ashcroft GC51			
		Tekanan (psi)	Tekanan (psi)	Arus (mA)		
UP	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.0000
	25.00	37.50	37.63	7.55	0.13	0.3467
	50.00	75.00	75.26	11.19	0.26	0.3467
	75.00	112.50	112.73	14.70	0.23	0.2044
	100.00	150.33	150.80	18.55	0.47	0.3126
DOWN	100.00	150.33	150.80	18.55	0.47	0.3126
	75.00	112.33	112.93	14.41	0.60	0.5341
	50.00	75.00	75.13	11.17	0.13	0.1733
	25.00	37.50	37.56	7.56	0.06	0.1600
	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.0000
RATA-RATA (%)						0.2391
AKURASI (%)						99.7609
LINIERITAS						Oideal = 0.0965(I) + 4
HYSTERISIS						0.0000
Sensitivitas						0.0965

Dalam sistem yang dibuat, penggunaan PT Ashcroft GC51 dapat mengirimkan sinyal 4-20 mA sehingga untuk melihat hasil pembacaan dari *pressure transmitter* Ashcroft GC51 ketika kalibrasi, dilakukan dengan mengoneksikan alat dengan *software* yang sudah dibuat. Sebelum kalibrasi dilakukan, pembacaan perlu disesuaikan terlebih dahulu menggunakan regresi linier untuk mencari persamaan yang tepat sesuai pembacaan dari alat standar. Tabel *scaling pressure transmitter* Ashcroft GC51 dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data hasil *scaling* PT Ashcroft GC51

Data ke -	Tekanan Alat ukur Standar (Psi)	Pembacaan Modbus (<i>byte</i>)
1	0	4000
2	15.2	5433
3	30.4	6890
4	45.1	8306
5	60.1	9748
6	75.1	11170
7	90.4	12654
8	105.2	14105
9	135	17015
10	151	18560
11	165	20000

Sehingga Sehingga didapatkan grafik linietias dengan bantuan aplikasi microsoft excel yang terdapat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik linieritas *pressure transmitter* Ashcroft GC51

Berdasarkan grafik linieritas yang telah didapat, diketahui a yaitu 96,836 sebagai nilai 2 dan b yaitu 3944,7 sebagai nilai 1 untuk selanjutnya dimasukkan dalam persamaan. Dalam penelitian ini persamaan regresi yang digunakan untuk memperoleh nilai psi pada pembacaan monitor melalui *software* yaitu :

$$x = \frac{y - 3944,7}{96,836}$$

4.2.3 Kalibrasi *Pressure Transmitter* Beumer Y913

Proses kalibrasi *pressure transmitter* Beumer Y913 dilakukan di PT. Sucofindo Indonesia, sebuah perusahaan yang memiliki reputasi tinggi dalam bidang inspeksi, pengujian, dan sertifikasi. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan bahwa alat tersebut berfungsi dengan akurasi yang diperlukan dalam berbagai aplikasi industri. Metode kalibrasi yang digunakan mengikuti standar internasional yang berlaku, dengan menggunakan peralatan alat ukur standar yaitu *pressure gauge* BETAGAUGE P.I Pro yang memiliki range hingga 700 bar. Alat standar ini memiliki sertifikat kalibrasi dengan nomer CE01598.

Untuk melihat hasil pembacaan dari *pressure transmitter* Y913 ketika kalibrasi, dilakukan dengan mengoneksikan alat dengan *software* yang sudah dibuat. Sebelum kalibrasi dilakukan, pembacaan perlu disesuaikan terlebih dahulu menggunakan regresi linier untuk mencari persamaan yang tepat sesuai pembacaan dari alat standar. Tabel *scalling pressure transmitter* Y913 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

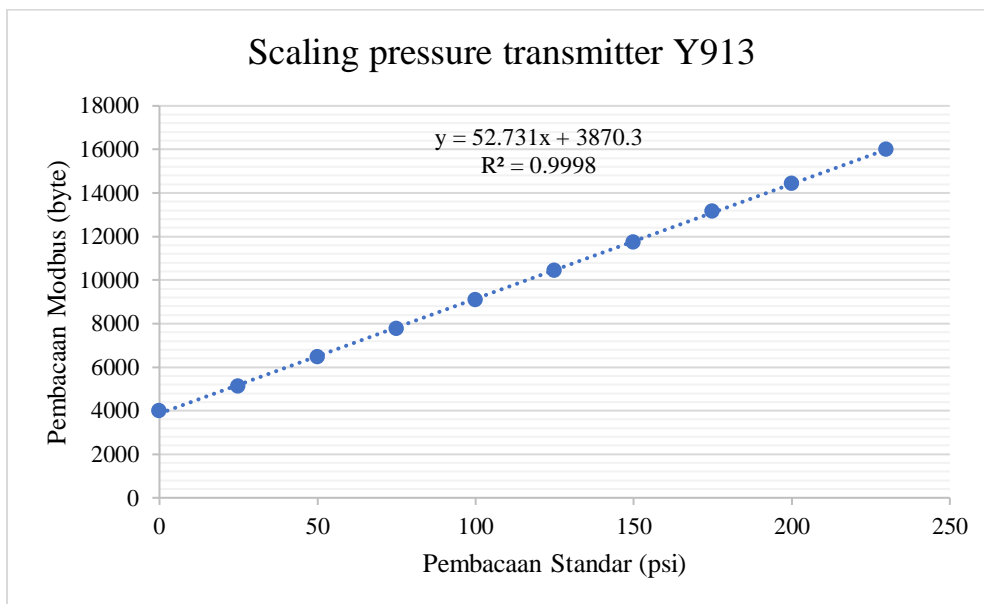
Tabel 4.6 Data hasil *scalling* PT Beumer Y913

Data ke -	Tekanan Alat ukur Standar (Psi)	Pembacaan Modbus (byte)
1	0	4000
2	25	5136
3	50	6470
4	75	7783
5	100	9090

Tabel Lanjutan Data hasil *scaling* PT Beumer Y913

Data ke -	Tekanan Alat ukur Standar (Psi)	Pembacaan Modbus (<i>byte</i>)
6	125	10451
7	150	11746
8	175	13174
9	200	14440
10	230	15999

Pengambilan data *scaling* dilakukan mulai dari tekanan 0 psi dengan rentang pengukuran 25 psi hingga didapatkan 10 data yang akan dimasukkan dalam persamaan regresi linier. Pembacaan dari data modbus dilihat melalui bantuan dari aplikasi modbus poll. Sehingga didapatkan grafik linieritas dengan bantuan aplikasi microsoft excel yang terdapat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik linieritas *pressure transmitter* Beumer Y913

Berdasarkan grafik linieritas yang telah didapat, diketahui a yaitu 52,731 sebagai nilai 2 dan b yaitu 3870,3 sebagai nilai 1 untuk selanjutnya dimasukkan dalam persamaan. Dalam penelitian ini persamaan regresi yang digunakan untuk memperoleh nilai psi pada pembacaan monitor melalui *software* yaitu :

$$x = \frac{y - 3870,3}{52,731}$$

Setelah didapatkan pembacaan sesuai persamaan regresi yang didapat, berikutnya dilakukan kalibrasi menggunakan alat ukur standar yang sudah disebutkan. Kalibrasi dilakukan dengan mengambil data disetiap 10% dari pembacaan yaitu 30 psi hingga 300 psi. Digunakan *handpump* hidrolik BETA dalam memberi tekanan pada kalibrasi ini. Kalibrasi dilakukan pada tanggal 15 Mei tahun 2024 di laboratorium PT.Sucofindo Indonesia dengan suhu ruangan suhu $18,3 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $48 \pm 3\%$. Sertifikat kalibrasi dari *pressure transmitter* Beumer Y913 dapat dilihat pada Gambar 4.12

CERTIFICATE OF CALIBRATION

TESTING CONDITION,
 - TEMPERATURE : (18,3 ± 0,2) °C
 - HUMIDITY : (48 ± 3) %
 STANDARD & EQUIPMENT : **PRESSURE CALIBRATOR**
 Serial No. 810757
 Certificate of Calibration No. CE01598
 : **THERMOHYGROMETER**
 Serial No. MS-1
 Certificate of Calibration No. Cal. 4962020
 The measurement is traceable to International System
 of Units (SI) through LK-160-IDN & LK-023-IDN
 CALIBRATION METHOD : PO/TK/01
 RECEIVED ON : May 15, 2024
 DATE OF CALIBRATION : May 15, 2024
 RESULTS :

Range	Gauge Reading		Standard Reading		Correction	
	PSI	PSI	Up PSI	Down PSI	Up PSI	Down PSI
0 ~ 300	0		1,639	0,799	1,60	0,80
	30		30,543	30,526	0,50	0,50
	60		60,892	60,688	0,90	0,70
	90		91,435	91,068	1,40	1,10
	120		121,028	121,289	1,00	1,30
	150		151,781	151,671	1,80	1,70
	180		182,722	181,899	2,70	1,90
	210		212,522	212,108	2,50	2,10
	240		243,108	242,228	3,10	2,20
	270		272,072	272,196	2,10	2,20
	300		303,747	-	3,70	-

The uncertainty of measurement at level of confidence of 95 %, and the coverage factor is equal 3,2, UP mode : 3,01 PSI

Olah Data by Amaluddin

Gambar 4.12 Sertifikat kalibrasi PT Beumer Y913

Berdasarkan sertifikat kalibrasi yang dikeluarkan oleh PT. Sucofindo Indoenssia menunjukkan bahwa pressure transmitter Y913 berada dalam rentang toleransi yang dapat diterima, dengan penyimpangan minimal yang masih memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan oleh produsen. Selama proses kalibrasi, data yang diperoleh dianalisis secara rinci untuk mengidentifikasi potensi deviasi dan memastikan akurasi pembacaan tekanan pada berbagai titik kalibrasi. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pressure transmitter Y913 siap digunakan dalam aplikasi operasional dengan tingkat keandalan yang tinggi, sehingga mendukung efisiensi dan keselamatan proses industri yang menggunakan alat ini.

4.3 Acceptance Test






Acceptance test pada alat kalibrasi dalam penelitian merupakan serangkaian pemeriksaan yang bertujuan untuk memeriksa dan menegaskan kinerja sistem antar komunikasi dan koneksi didalam alat. Tujuan dari acceptance test ini adalah untuk memverifikasi bahwa setiap piranti yang digunakan pada alat kalibrasi berfungsi sebagaimana mestinya sesuai dengan manual book,

sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan, dan mampu menjaga keamanan pada alat kalibrasi ketika tidak sesuai dengan nilai yang diinginkan atau dalam kondisi abnormal.






4.3.1 Leak Test

Leak test merupakan tahap krusial dalam proses kalibrasi alat pengukur tekanan yang menggunakan fluida hidrolis. Proses ini melibatkan pemeriksaan menyeluruh terhadap rangkaian *tubing* yang digunakan dalam media aliran hidrolis untuk menghasilkan tekanan. Dengan menggunakan teknik-teknik khusus, seperti penggunaan cairan atau gas bertekanan, sehingga dapat dideteksi adanya kebocoran yang mungkin terjadi dalam sistem *tubing*. Setiap kebocoran, meskipun kecil, dapat mengganggu akurasi pengukuran tekanan. Oleh karena itu, pemeriksaan secara teliti pada setiap titik sambungan *tubing* sangat penting guna didapatkan hasil pembacaan yang akurat dan konsisten. Hasil dari *leak test* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil *leak test*

Jenis Fluida	Hasil Percobaan	Titik kebocoran	Penjelasan
Aquadess	Tekanan Awal : 		Hasil yang didapatkan terdapat kebocoran tekanan 0,1 psi disetiap 1 menitnya. Adanya kebocoran yang telah ditemukan disebabkan karena <i>sealtape</i> yang digunakan terlalu banyak sehingga nut pada sambungan <i>tubing</i> tidak berfungsi, dan kunci pada shock tidak erat sehingga membuat fluida dapat keluar melalui sela – sela tersebut. Namun setelah dilakukan troubleshooting masih terdapat kebocoran yang sama. Hasil investigasi akhir menyatakan bahwa kekentalan aquadess tidak sesuai ketentuan.
	Tekanan Akhir : 	 	

Tabel Lanjutan Hasil leak test

Jenis Fluida	Hasil Percobaan	Titik kebocoran	Penjelasan
Oli bekas	<p>Tekanan awal :</p>  <p>Tekanan Akhir :</p> 		<p>Hasil yang didapatkan setelah melakukan percobaan masih tetap mengalami kebocoran, namun lebih sedikit tekanan yang terbuang. didapatkan hasil bahwa drat dalam <i>connector</i> pompa hidrolik mengalami keropos sehingga kuncian antar sambungan tidak menutup dengan rapat dan menyebabkan kebocoran pada fluida. Penyebab dari keroposnya drat pompa hidrolik disebabkan oleh gram yang masuk dalam fluida</p>
Oli garda (baru)	<p>Tekanan Awal :</p>  <p>Tekanan Akhir :</p> 		<p>Didapatkan hasil bahwa tekanan didalam <i>tubing</i> mengalami kenaikan, hal ini dapat disebabkan oleh pemuain oli yang digunakan. Oli yang memiliki viskositas yang sesuai dan mampu mempertahankan kinerjanya. Viskositas yang tepat memastikan bahwa oli dapat melumasi komponen mesin dengan baik di berbagai kondisi suhu dan beban kerja.</p>

Setelah percobaan *leak test* dilakukan. Pada percobaan menggunakan oli garda dengan kekentalan 80W-90 Ketika oli mengalami pemuain dan menyebabkan peningkatan tekanan dalam *tubing*, itu menunjukkan bahwa oli tersebut memiliki sifat fisika yang stabil dan dapat diandalkan (Dewi, 2017). Oli yang mampu mengimbangi perubahan suhu dengan baik dan tetap

menjaga tekanan dalam sistem mencerminkan kemampuan oli untuk beroperasi efisien dan efektif.

4.3.2 *Electrical Check*

Electrical check dalam *acceptance test* adalah serangkaian pengujian yang bertujuan untuk memverifikasi dan memastikan bahwa komponen listrik dalam alat berfungsi dengan benar sesuai *datasheets*. Proses ini melibatkan pengujian fungsi setiap perangkat elektronik dan alat pengukur. *Electrical check* membantu mengidentifikasi masalah dan kesalahan yang mungkin terjadi selama instalasi. Tujuan pengujian ini adalah memastikan semua perangkat berfungsi dengan benar dan dapat dioperasikan sesuai kebutuhan. Pengujian ini mencakup pengukuran listrik seperti tegangan untuk memastikan sistem beroperasi dengan parameter yang sesuai. Hal ini memungkinkan verifikasi kinerja sistem, identifikasi potensi *overloading* atau kegagalan komponen, serta penentuan kapasitas dan kualitas listrik yang diberikan. Hasil dari *Electrical check* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Electrical Checksheets*


No.	Equipment	Work Voltage	Voltage (V)	Pass (P/F)
1.	PSU 24 VDC	220~240 VAC	235,3	P
2.	Ebyte Ethernet Modul I/O	8~28 VDC	23,45	P
3.	PT Beumer Y913	14~28 VDC	23,45	P
4.	PT Ashcroft GC51	12~32 VDC	23,15	P

Hasil pengujian *Electrical check* dalam *acceptance test* menunjukkan bahwa semua komponen listrik berfungsi dengan baik. Kolom *work voltage* menjelaskan mengenai keadaan voltase normal pada piranti ketika beroperasi sesuai dengan *datasheets*. Pengujian fungsionalitas dilakukan pada semua perangkat listrik yang terpasang, dan hasilnya menunjukkan bahwa *Power Supply*, Ebyte Ethernet Modul I/O, PT Beumer Y913 dan PT Ashcroft GC51 beroperasi dengan baik dengan tanda *pass* (P) tetapi dalam keadaan tertentu ketika piranti tidak mampu digunakan sesuai dengan *datasheets* maka perlu ditulis *Fail* (F), seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 di atas. Semua komponen dapat dioperasikan sesuai kebutuhan, dan semua fitur serta fungsi yang diharapkan berfungsi dengan benar. Dengan demikian, semua komponen yang telah diuji siap untuk digunakan.

4.3.3 *Loop Check*

Loop check adalah rangkaian tes yang bertujuan untuk melakukan pemeriksaan kinerja yang tepat dari I/O Modul yang digunakan untuk menjaga sinyal yang diterima dan dikeluarkan pada nilai yang diinginkan. Tujuan dari *loop check* adalah untuk memverifikasi bahwa kontrol loop beroperasi dengan baik dan mampu mengatur variabel pengendalian sesuai dengan set *point* yang telah ditetapkan. *Loop check* membantu dalam mengidentifikasi masalah atau kesalahan dalam sistem. Jika ada perangkat yang tidak merespons atau berfungsi secara tidak tepat, *loop check* akan membantu dalam mengisolasi masalah tersebut. Dengan mengidentifikasi masalah ini sebelum alat beroperasi penuh, tindakan perbaikan dapat diambil untuk memastikan kinerja sistem yang optimal. Secara keseluruhan, *loop check* bertujuan untuk memeriksa kinerja dan interaksi perangkat dalam *loop*, menegaskan fungsi kontrol dan proteksi yang sesuai, serta mengidentifikasi dan memperbaiki masalah sebelum sistem beroperasi secara keseluruhan. Langkah ini sangat penting untuk memastikan keandalan dan keselamatan sistem saat digunakan dalam kondisi operasional yang sebenarnya. Hasil dari *loopcheck* yang dilakukan disajikan dalam Tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9 *Check sheets loop check*

SFM-TEAM		I/O TEST SHEET (Ethernet Remote I/O)			TAG NUMBER		SHEET
 INSTRUMENTATION ENGINEERING DEPARTMENT					ER-0001		1
		SISTEM PELAPORAN HASIL KALIBRASI ALAT PENGUKUR TEKANAN OTOMATIS BERBASIS KOMUNIKASI MODBUS TCP/IP		SERIAL NUMBER		Of	
0001				5			
REV		DESCRIPTION		DATE	BY	CHK'D	APP'D
		0		FUNCTION TEST			ARP
No		Field Instruments		Usage			
		Port	Tag				
1		AI 01	AI 01	Pressure Transmitter Ashcroft GC 51			
2		AI 02	AI 02	Pressure Transmitter Beumer Y913			
3		AI 03	AI 03	Spare			
4		AI 04	AI 04	Spare			
5		AO 01	AO 01	Spare			
6		AO 02	AO 02	Spare			
7		AO 03	AO 03	Spare			
8		AO 04	AO 04	Spare			
No		Field Instruments		Communication Type		Socket Type	
		Type	Tag				
1		Primary Ethernet Port	SW 1	Ethernet		RJ45	
Test Result							
No		Field Instruments		mA Lo Span	mA Hi Span	Result	Remark
		Type	Tag				
1		AI 01	AI 01	4mA	20mA	Good	-
2		AI 02	AI 02	4mA	20mA	Good	-
3		AI 03	AI 03	4mA	20mA	Good	-
4		AI 04	AI 04	4mA	20mA	Good	-
5		AO 01	AO 01	4mA	20mA	Good	-
6		AO 02	AO 02	4mA	20mA	Good	-
7		AO 03	AO 03	4mA	20mA	Good	-
8		AO 04	AO 04	4mA	20mA	Good	-
No		Field Instruments		Communication Data	Result	Remark	
		Type	Tag	Respo.			
1		Primary Ethernet Port	SW 1	Connected to IP	Good	-	

Terdapat kolom *channel* AI01 – AI04 dan AO01-AO04 yang menunjukkan *channel* yang tersedia pada modul. Hasil dari *loop check* pada modul Ebyte ME31-XA0404 pada input output analog telah berhasil dilakukan dengan menggunakan bantuan sinyal generator sebagai input sinyal 4 – 20 mA untuk memeriksa *channel* analog input, multimeter untuk melihat keluaran sinyal analog output, dan pengecekan pada sambungan komunikasi Modbus TCP/IP dengan bantuan aplikasi keluaran dari Ebyte. Dengan hasil *loop check* yang telah dilakukan dapat dikatakan baik dengan kolom pada tabel *result* diisi dengan bukti *good*, sehingga dapat dipastikan bahwa modul Ebyte ME 31-XA0404 berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan siap untuk diintegrasikan ke dalam sistem secara penuh.

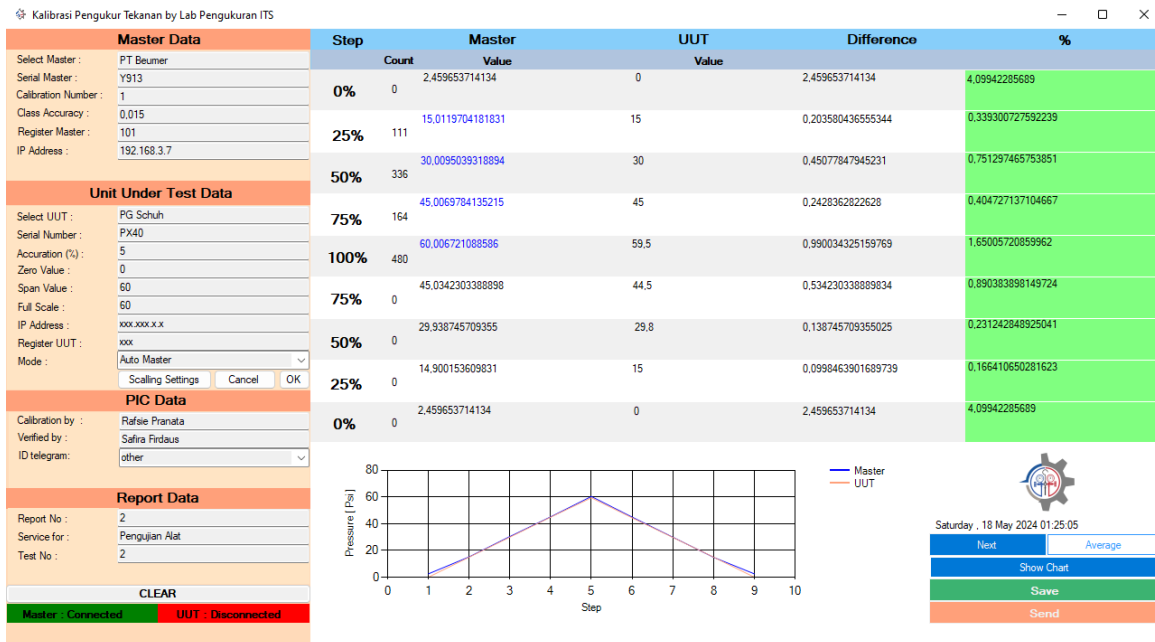
4.4 Pengujian Kinerja Alat

Pada sistem pelaporan hasil kalibrasi alat pengukur tekanan berbasis komunikasi modbus TCP/IP ini, proses operasional sistemnya terdiri dari pengukuran *pressure transmitter* dan *pressure gauge* yang digunakan baik sebagai master ataupun *unit under test* ketika diberi tekanan oleh pompa yang mengeluarkan oli garda sebagai fluida. Selanjutnya, pembacaan dari *pressure transmitter* akan otomatis dikirimkan pada monitor PC melalui komunikasi modbus TCP/IP secara *real time* dan untuk *pressure gauge* diketik manual pada kolom pengisian. Sehingga sistem akan menganalisis hasil pengukuran pada setiap alat pengukur hingga menghasilkan karakteristik statik yang telah ditentukan dan mengeluarkan lembar kalibrasi. Hasil analisis dengan membandingkan pembacaan true value dari local indikator, hasil pembacaan pada monitor dan pembacaan milliAmpere yang terbaca pada modul IO serta

melakukan perbandingan lama waktu kalibrasi konvensional dengan sistem yang telah dibuat untuk memastikan kinerja sistem sesuai dengan yang diharapkan. Uji kinerja sistem ini dilakukan di Laboratorium Pengukuran Departemen Teknik Instrumentasi ITS. Proses uji melibatkan performa komunikasi modbus TCP/IP dan efisiensi waktu kalibrasi.

4.4.1 Pengujian Performa Komunikasi Modbus TCP/IP

Pada penelitian ini dilakukan pengujian performa komunikasi modbus TCP/IP dengan membandingkan nilai pembacaan *true value* pada *local* indikator alat pengukur tekanan, keluaran *milliAmpere* yang tertampil pada modul I/O dan nilai pembacaan yang tertampil pada monitor PC. Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan percobaan pertama yaitu menggunakan *pressure transmitter* Beumer Y913 sebagai master dan *pressure gauge* Schuh PX-40 sebagai *unit under test* pada mode *auto master*. Dan percobaan kedua dilakukan menggunakan *pressure transmitter* Beumer Y913 sebagai master dan *pressure transmitter* Ashcroft GC51 sebagai *unit under test* pada mode *all auto* pada *software* yang telah dibuat.



Gambar 4.13 Hasil tampilan pada *software* pada percobaan auto master

Pada Gambar 4.13 terlihat hasil kalibrasi alat pengukur tekanan menggunakan sistem yang telah dibuat pada *software*. Pada *software* perlu mengisi data data alat yang digunakan sebagai master dan unit yang akan dikalibrasi serta data kalibrasi pada umumnya. *Software* yang dibuat telah disesuaikan dengan standar kalibrasi dimana perlu dilakukan perbandingan pembacaan 0%, 25%, 50%, 75%, 100% hingga kembali turun dari pembacaan *full scale* alat pengukur yang dikalibrasi. Terdapat fungsi *average* yang ditambahkan untuk mendapatkan hasil pembacaan modbus TCP/IP supaya lebih presisi, namun terdapat delay waktu yang tampak pada monitor untuk sampai pada pembacaan *true value* dari *local* indikator.

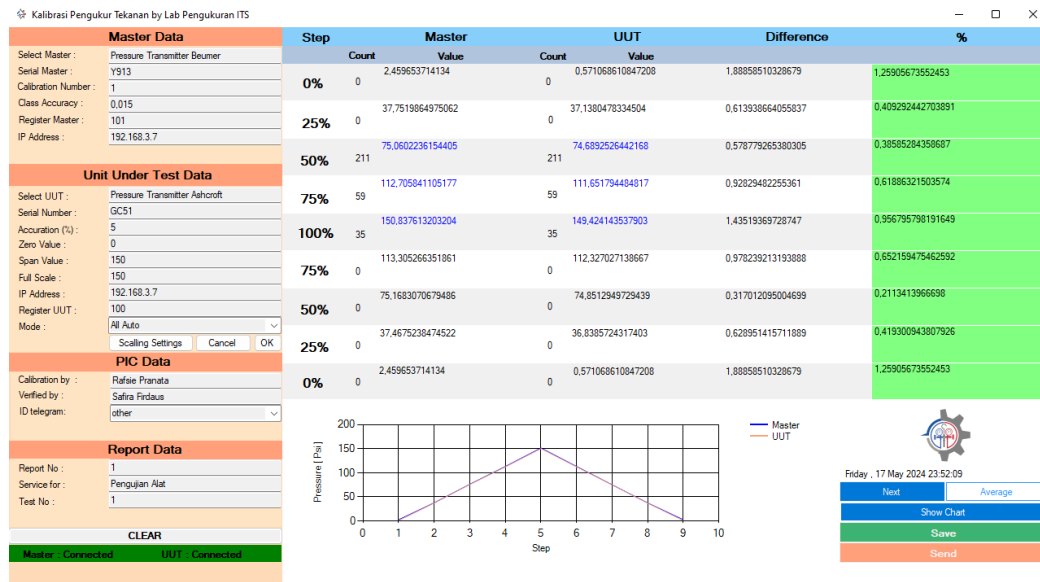
Dalam pengujian ini menggunakan fungsi *average* ketika langkah kalibrasi naik dan tidak menggunakan fungsi *average* ketika langkah kalibrasi turun. Pengujian ini dilakukan untuk melihat perbedaan nilai ketika menggunakan fungsi *average* dengan dampak *delay* pada pembacaan dan tampilan nilai langsung. Pengujian histerisis untuk membandingkan nilai ketika naik menggunakan fungsi *average* dan turun tidak menggunakan fungsi *average* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil pengujian fungsi *average* PT Beumer Y913

LANGKAH	%	Monitor PC(Modbus TCP/IP)
		Tekanan (psi_
UP	0	2.459653714
	25	15.01197042
	50	30.00950393
	75	45.00697841
	100	60.00672109
DOWN	100	60.00672109
	75	45.03423034
	50	29.93874571
	25	14.90015361
	0	2.459653714
HISTERISIS		0.1553

Berdasarkan hasil yang telah didapat dalam Tabel 4.10 didapatkan nilai histerisis 0,1553. Dalam uji coba ini terdapat dampak samping *delay* ketika menggunakan fungsi *average* seperti yang sebelumnya dibahas. Pada langkah 25% terdapat *delay* 3 detik dan *counting* 111 untuk mendapatkan nilai yang sesuai. Pada langkah 50% terdapat *delay* 5 detik dan *counting* 336 untuk mendapatkan nilai yang sesuai. Pada langkah 75% terdapat *delay* 8 detik dan *counting* 164 untuk mendapatkan nilai yang sesuai. Dan Pada langkah 100% terdapat *delay* 10 detik dan *counting* 400 untuk mendapatkan nilai yang sesuai.

Pada percobaan kedua dilakukan menggunakan mode yang berbeda yaitu *all auto* dengan *pressure transmitter* Beumer Y913 sebagai master dan *pressure transmitter* Ashcroft GC51 sebagai *unit under test*. Hasil dari tampilan *software* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Hasil tampilan pada *software* pada percobaan *all auto*

Dalam pengujian ini, fungsi *average* diterapkan saat langkah kalibrasi naik dan tidak diterapkan saat langkah kalibrasi menurun. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati perbedaan nilai antara penggunaan fungsi *average*, yang menyebabkan *delay* pada pembacaan, dan tampilan nilai langsung. Hasil pengujian histerisis, yang membandingkan nilai saat pembacaan naik dengan fungsi *average* dan turun tanpa fungsi *average*, dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil pengujian fungsi *average* PT Ashcroft GC51

LANGKAH	%	Monitor PC(Modbus TCP/IP)
		PSI
UP	0.00	0.571068611
	25.00	37.13804783
	50.00	74.68925264
	75.00	111.6517945
	100.00	149.4241435
DOWN	100.00	149.4241435
	75.00	112.3270714
	50.00	74.85129497
	25.00	36.83857243
	0.00	0.571068611
HISTERISIS		0.5378

Berdasarkan hasil yang ditampilkan dalam Tabel 4.11, nilai histerisis yang diperoleh adalah 0,5378. Uji coba ini menunjukkan adanya dampak samping berupa *delay* ketika menggunakan fungsi *average*, seperti yang telah dibahas sebelumnya. Pada langkah 50%, terdapat *delay* selama 8 detik dan diperlukan 211 kali *counting* untuk mendapatkan nilai yang sesuai. Pada langkah 75%, *delay* mencapai 13 detik dengan 59 kali *counting*. Sedangkan pada langkah 100%, *delay* mencapai 18 detik dan memerlukan 35 kali *counting* untuk memperoleh nilai yang sesuai.

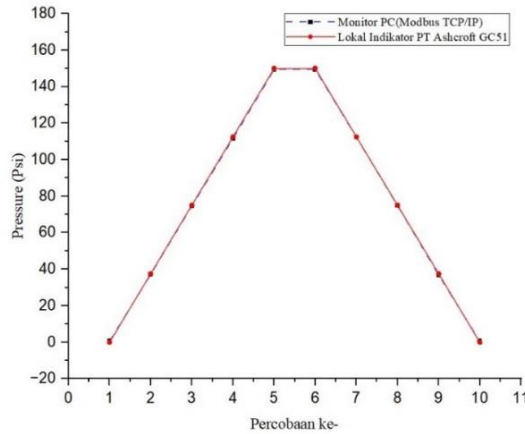
Setelah melakukan uji fungsi *average* dalam mode *all auto* ini perlu dilakukan uji performa yang membandingkan pembacaan *true value* yang terbaca oleh lokal indikator PT Ashcroft GC 51 dengan pembacaan pada monitor melalui komunikasi modbus TCP/IP. Hasil dari pengujian performa ini dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil uji performa *mode all auto*

LANGKAH	%	Pressure (Psi)			Error	Error (%)
		Monitor PC(Modbus TCP/IP)	PT Ashcroft GC51			
		PSI	PSI	mA		
UP	0.00	0.571	0.00	4.00	0.57	0.0000
	25.00	37.138	37.50	7.57	0.36	0.9746
	50.00	74.689	75.00	11.16	0.31	0.4161
	75.00	111.652	112.50	14.80	0.85	0.7597
	100.00	149.424	150.00	18.45	0.58	0.3854
DOWN	100.00	149.424	150.00	18.45	0.58	0.3854
	75.00	112.327	112.50	14.79	0.17	0.1540
	50.00	74.851	75.00	11.15	0.15	0.1987
	25.00	36.839	37.50	7.51	0.66	1.7955
	0.00	0.571	0.00	4.00	0.57	0.0000
RATA-RATA (%)						0.5069
AKURASI (%)						99.4931
LINIERITAS						Oideal = 0.0963(I) + 4
HISTERISIS						0.0000
SENSITIVITAS						0.0963

Berdasarkan hasil yang telah dipaparkan dalam Tabel 4.12 didapatkan pembacaan yang memiliki nilai eror paling besar yaitu pada pembacaan ketika langkah 75% saat kalibrasi naik

dengan nilai eror sebesar 0,85 PSI. Selain itu, dari aspek lainnya seperti akurasi dari pembacaan dari komunikasi modbus TCP/IP yang tertampil pada monitor mendapatkan nilai 99,4931% dari ketentuan maksimal nilai eror 5% sehingga didapatkan grafik pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Grafik performa komunikasi modbus TCP/IP


Berdasarkan Gambar 4.15 yang mengilustrasikan performa hasil konversi sinyal 4-20mA menjadi data tekanan yang terbaca pada monitor PC melalui komunikasi modbus TCP/IP didapatkan grafik naik turun yang bagus.

Dengan demikian pengujian performa komunikasi modbus TCP/IP ini mendapatkan nilai akurasi yaitu 99,4931% sehingga penggunaan komunikasi ini dinilai akurat. Pengujian performa ini juga mampu memudahkan *user* untuk melakukan pembacaan, pencatatan dan pembuatan laporan hasil kalibrasi secara otomatis.

4.4.2 Pengujian Efisiensi Waktu Kalibrasi


Seiring dengan kemajuan teknologi, metode kalibrasi konvensional yang manual dan memakan waktu mulai digantikan oleh alat kalibrasi yang lebih modern dan efisien. Untuk menilai seberapa efektif alat baru ini, dilakukan pengujian efisiensi waktu kalibrasi dibandingkan dengan metode konvensional. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan apakah alat baru dapat mempercepat proses kalibrasi tanpa mengorbankan akurasi dan konsistensi pengukuran.

Pengujian ini dilakukan sebanyak 2 kali dengan metode *all auto* dan *auto* master melalui fitur *software* yang telah dibuat. Percobaan pertama dilakukan menggunakan metode *all auto* dengan PT Beumer Y913 sebagai master dan PT Ashcroft GC51 sebagai UUT. Waktu mulai menghitung ketika data – data yang diperlukan telah diisi seperti unit yang digunakan sebagai master, unit yang digunakan sebagai UUT hingga PIC kalibrasi dan ID Telegram verifikasi. Hasil pengujian pertama dapat dilihat pada Gambar 4.16.

CALIBRATION REPORT			
CUSTOMER :	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERFORMANCE DATE :	18-May-24
ADDRESS :	Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111	CALIBRATION TIME DURATION :	5Min
UNIT UNDER TEST			
DEVICE NAME :	PT Ashcroft	RANGE :	0-150
SERIAL NO :	GC51	SPAN :	150
REPORT NO :	1	SENSITIVITY :	0.094012028
SERVICE FOR :	Pengujian Alat	LINEARITY :	0,0940120275921687(1)+4
TEST NO :	1	HYSTERESIS :	0.537843829
ACCURATION :	5		

Gambar 4.16 Hasil pengujian efisiensi waktu mode *all auto*

Hasil yang didapat berdasarkan lembar kalibrasi dalam bentuk excel telah disimpan. Terlihat lama waktu kalibrasi yang telah menghitung sejak kalibrasi dimulai ketika data – data telah diisi. Lama waktu kalibrasi pada percobaan pertama ini membutuhkan waktu selama 5 menit atau 300 detik hingga menjadi data lembar kalibrasi dalam bentuk excel. Kemudian untuk percobaan kedua dapat dilihat pada Gambar 4.17.

CALIBRATION REPORT			
CUSTOMER	: INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERFORMANCE DATE :	18-May-24
ADDRESS	: Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60111	CALIBRATION TIME	6Min
		DURATION :	
UNIT UNDER TEST			
DEVICE NAME	: PG Schuh	RANGE	: 0-60
SERIAL NO	: PX40	SPAN	: 60
REPORT NO	: 2	SENSITIVITY	: 0.075663962
SERVICE FOR	: Pengujian Alat	LINEARITY	: 0,0756639623612034(I)+4
TEST NO	: 2	HYSTERISIS	: 0.7
ACCURATION	: 5		

Gambar 4.17 Hasil pengujian efisiensi waktu mode *auto master*

Berbeda dengan mode *all auto*, pada mode *auto master* didapatkan hasil lama waktu kalibrasi selama 6 menit atau 360 detik. Hal ini dikarenakan pada mode ini pembacaan *pressure gauge* Schuh PX40 perlu diketik manual pada nilai *value* yang tersedia dalam *software* sehingga sedikit memakan waktu. Dalam kalibrasi industri memerlukan kalibrasi berulang dan konsisten, selisih beberapa menit bisa berdampak signifikan terhadap efisiensi operasional keseluruhan. Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah membahas mengenai lama waktu kalibrasi konvensional, lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan kalibrasi alat pengukur tekanan selama 50 menit atau 2979 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa metode kalibrasi yang konvensional membutuhkan waktu yang jauh lebih lama dibandingkan dengan metode *auto master* yang baru. Efisiensi waktu yang dicapai dengan menggunakan alat dan metode kalibrasi yang lebih modern ini tidak hanya mengurangi waktu henti peralatan, tetapi juga memungkinkan peningkatan produktivitas secara keseluruhan. Dalam dunia industri, waktu adalah sumber daya yang sangat berharga, dan setiap detik yang bisa dihemat memiliki implikasi ekonomi yang signifikan. Oleh karena itu, penggunaan mode *auto master* yang mengurangi waktu kalibrasi menjadi hanya 6 menit merupakan sebuah inovasi penting. Hasil efisiensi waktu oleh alat yang telah dibuat dapat dilihat pada perhitungan berikut :

$$Efisiensi = \frac{50 - 5,5 \text{ menit}}{50 \text{ menit}} \times 100\% = 89\%$$

Hasil pengujian efisiensi waktu kalibrasi alat pengukur tekanan menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. Dari pengujian yang dilakukan, alat kalibrasi baru mampu mengurangi waktu yang dibutuhkan hingga 89% dari total waktu kalibrasi konvensional. Ini berarti bahwa jika metode lama membutuhkan waktu tertentu untuk mencapai kalibrasi yang akurat, alat baru ini hanya memerlukan 11% dari waktu tersebut untuk mencapai hasil yang sama. Pengurangan waktu kalibrasi sebesar 89% ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memungkinkan peningkatan produktivitas karena lebih banyak alat yang dapat dikalibrasi dalam waktu yang sama. Selain itu, dengan waktu kalibrasi yang lebih singkat, risiko kesalahan manusia yang mungkin terjadi selama proses konvensional juga berkurang, sehingga meningkatkan keandalan dan konsistensi pengukuran tekanan.

BAB 5 KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan alat dari penelitian “Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP”, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan Ebyte Ethernet Modul I/O sebagai modul komunikasi Modbus TCP/IP dinilai efektif karena mampu mengonversi pembacaan dari *pressure transmitter* yaitu 4-20mA hingga tampil pada monitor hanya memiliki nilai akurasi yaitu 99.4931%.
2. Dari hasil pengujian didapatkan efisiensi waktu hingga 89% karena alat kalibrasi baru terbukti mampu memangkas waktu yang diperlukan hingga 11% dari total waktu kalibrasi dengan metode konvensional.

5.2 Saran

Saran penelitian “Sistem Pelaporan Hasil Kalibrasi Alat Pengukur Tekanan Otomatis Berbasis Komunikasi Modbus TCP/IP” yaitu :

1. Penambahan sistem kontrol pada alat supaya proses untuk membuat tekanan dapat dilakukan secara tepat dan otomatis.
2. Penambahan jalur dan *connector* supaya *injector* dapat menggunakan *hand pump* pneumatik maupun hidrolis.
3. Menambahkan tampilan sinyal milliAmpere(mA) pada *software* agar lebih sesuai dengan kebutuhan *customer*/mahasiswa.
4. Penambahan *pressure transmitter* sebagai master dengan *range* yang lebih besar supaya dapat melakukan kalibrasi alat pengukur tekanan dengan *range* yang juga besar.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, P. Z. (2019). *Buku_Sistem_Hidrolik* (p. 215).
- Adin, R. K. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN OTOMASI HIDROPONIK SECARA INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ARDUINO NANO. *Program Studi Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta Jakarta*.
- Afrizal, D., & Kunang, S. O. (2022). Rancang Bangun Sistem Kendali Pneumatic Pump Dalam Proses Kalibrasi *Pressure Transmitter*. *Bina Darma Conference of Engineering Science*, 4(1), 121–132. <http://conference.binadarma.ac.id/index.php/>
- Andrade, P. B., Cruvinel, P. E., & Pěaloza, E. A. G. (2018). Module for Virtual Calibration of Sensors of Agricultural Spraying Systems (Temperature, Pressure and flow) Using an Arduino-Based Architecture and a Controller Area Network Bus (CAN). *Proceedings - 12th IEEE International Conference on Semantic Computing, ICSC 2018, 2018-Janua*, 352–357. <https://doi.org/10.1109/ICSC.2018.00072>
- Bentley, J. P. (2005). Principles of Measurement Systems. In *Pearson Education Limited* (Vol. 30, Issue 1).
- Chandra, S. D. (2016). *Sistem Antrian Terintegrasi pada Pelayanan Surat Izin Mengemudi (SIM) di Kepolisian Resort*. 1–62.
- Chauhan, J., Vijayalakshmi, V., Muralidharan, V., & Sreedhar, S. (2020). Automation of Hydraulic Dead Weight Tester. *International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ICE3 2020*, 236–239. <https://doi.org/10.1109/ICE348803.2020.9122991>
- Chen, Z., Hu, J., Sun, Y., Zhang, L., Chen, Y., Wang, X., Xu, J., & Luo, E. (2023). Piston offset inhibition method based on check valve backflow in a linear compressor. *International Journal of Refrigeration*, 151(January), 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2023.03.011>
- Coskun, A., Theodorsson, E., Oosterhuis, W. P., & Sandberg, S. (2022). Measurement uncertainty for practical use. *Clinica Chimica Acta*, 531(April), 352–360. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2022.04.1003>
- Dequeker, S., Verbeke, S., & Langkahpe, K. (2023). Calibration, validation and testing of a rotational displacement transducer for measuring wheat leaf elongation rates. *Computers and Electronics in Agriculture*, 214(April), 108351. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108351>
- Dewi. (2017). *Pengaruh suhu saat panas maupun dingin saat pemuainan zat cair*.

1–23.

- Fadly, R., & Dewi, C. (2019). Pengembangan Sensor Ultrasonic Guna Pengukuran Pasang Surut Laut Secara Otomatis dan Real Time. *Jurnal Rekayasa*, 23(1), 1–16. <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/41345>
- Fajar, C., & Hartanto, B. (2019). Tantangan Pendidikan Vokasi di Era Revolusi Industri 4 . 0 dalam Menyiapkan Sumber Daya Manusia yang Unggul. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019*, 163–171.
- Famarzi, S., Tabrizi, H. H., & Chalak, A. (2019). Telegram: An instant messaging application to assist distance language learning. *Teaching English with Technology*, 19(1), 132–147.
- Firdaus, A. J. A., Pramono, D., & Purnomo, W. (2020). Pengembangan Sistem Informasi UPT Kalibrasi Dinas Kesehatan Kabupaten Malang Berbasis WEB. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi, Dan Edukasi Sistem Informasi*, 1(1), 23–34. <https://doi.org/10.25126/justsi.v1i1.3>
- Fransiscus Xaverius Ariwibisono, & Widodo Pudji Muljanto. (2023). Implementasi Sistem *Monitoring* Produksi Energi Plts Berbasis Protokol Modbus Rtu Dan Modbus Tcp. *Nuansa Informatika*, 17(2), 109–118. <https://doi.org/10.25134/ilkom.v17i2.28>
- Gilbert, M. (2023). Principles of *pressure* transducers, resonance, damping and frequency response. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine*, 13(1), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2011.10.010>
- Hashemian, H. M., & Jiang, J. (2009). *Pressure transmitter* accuracy. *ISA Transactions*, 48(4), 383–388. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2009.04.008>
- Haviluddin. (2011). Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language). *Memahami Penggunaan UML (Unified Modelling Language)*, 6(1), 1–15. <https://informatikamulawarman.files.wordpress.com/2011/10/01-jurnal-informatika-mulawarman-feb-2011.pdf>
- Huda, C., Bachtiar, F. A., & Supianto, A. A. (2019). Reporting Sleepy Driver into Channel Telegram via Telegram Bot. *Proceedings of 2019 4th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology, SIET 2019*, 251–256. <https://doi.org/10.1109/SIET48054.2019.8986000>
- Idhom, M., Fauzi, A., Alit, R., & Wahanani, H. E. (2018). *Implementation System Telegram Bot for Monitoring Linux Server*. *1(Icst)*, 1089–1093. <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.219>
- Junaedi, J., Sarwoko, W., & Effendi, R. (2020). Perancangan perbaikan equipment kalibrasi *pressure* gauge dengan metode analisis perancangan kerja di PT. Surya Toto Indonesia Tbk. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(2), 270–278. <https://doi.org/10.24127/trb.v9i2.1337>

- Li, B., Chen, G., Wang, L., & Hao, Z. (2017). Tower Crane Remote Wireless Monitoring System Based on Modbus/TCP Protocol. *Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering and IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, CSE and EUC 2017*, 2, 187–190. <https://doi.org/10.1109/CSE-EUC.2017.217>
- Limited, E. E. (2019). Introduction to Modbus. *National Instruments, February*, 1–2. <http://www.ni.com/white-paper/7675/en/>
- Liu, Y., Chen, L., Wang, X., Zhao, Y., Zhao, Z., Zhang, C., & Xu, J. (2023). Study on Overpressure Explosion of Oil and Gas Pipelines and Risk Prevention & Control Measures. *Journal of Physics: Conference Series*, 2520(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2520/1/012028>
- Mujiyanti, S. F., Aisyah, P. Y., Salsabilla, A. F., Darmawan, T. R., & Rohid, A. (2022). IoT-based for Monitoring and Control System of Composter to Accelerate Production Time of Liquid Organic Fertilizer. *IPTEK The Journal of Engineering*, 8(2), 49. <https://doi.org/10.12962/j23378557.v8i2.a14081>
- Okpatrioka. (2023). Research And Development (R & D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Papoutsidakis, M., Chatzopoulos, A., Papachristos, D., & Drosos, C. (2019). Hydraulics and Pneumatics: Operational Characteristics and Control for Modern Industry Applications. *International Journal of Computer Applications*, 178(25), 31–40. <https://doi.org/10.5120/ijca2019919049>
- Perangin-Angin, D. H. (2014). *SKRIPSI OLEH: FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN Area Oleh: MUHAMMAD RIVALDI Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area FAKULTAS TEKNIK MEDAN.*
- Petrus. (2017). RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MESIN TEKAN PENCETAK PELURU DENGAN PRINSIP HIDROLIK. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 01*, 1–7. <http://www.albayan.ae>
- Priadana, S. (2021). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF.*
- Qin, C., He, S., Zhong, L., Feng, W., Pang, J., Li, Q., & He, W. (2020). Fracture failure analysis of pressure gauge bolt on fuel gas system of offshore platform. *Engineering Failure Analysis*, 117(2), 104959. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104959>
- Quezada, V. M., Hernández, J. H., Miranda, R., Padilla, F., Li, Y., Knappett, P., Murrieta, D., Vázquez, A., & Bian, J. (2023). Experimental instrumentation

of water stage *monitoring* stations in mountain streams bedrock using *pressure* transducers. *Flow Measurement and Instrumentation*, 93(February). <https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2023.102436>

ResearchGate. (2018). *Fig. 1 Telegram Bot Architecture Fig 1. Describes the smartphone...* [online] Available at: https://www.researchgate.net/figure/Telegram-Bot-Architecture-Fig-1-Describes-the-smartphone-communicating-with-the-Telegram_fig1_330960697

Saxholm, S., Högström, R., Sarraf, C., Sutton, G., Wynands, R., Arrhén, F., Jönsson, G., Durgut, Y., Peruzzi, A., Fateev, A., Liverts, M., Adolfse, C., & Oster, A. (2018). Development of measurement and calibration techniques for dynamic *pressures* and temperatures (DynPT): Background and objectives of the 17IND07 DynPT project in the European Metrology Programme for Innovation and Research (EMPIR). *Journal of Physics: Conference Series*, 1065(16). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1065/16/162015>

Sensors, F. I. P. T. (2011). *Installation and Maintenance Instructions for*. 13–16.

Sistem Informasi Pelayanan Publik. (2022). SIPPN. [https://sippn.menpan.go.id/pelayanan-publik/8146995/deputi-bidang-standar-nasional-satuan-ukuran/layanan-kalibrasi-dan-pengukuran#:~:text=f\)%20Durasi%20waktu%20penyelesaian%20kalibrasi,pengukuran%20adalah%202%20hari%20kerja](https://sippn.menpan.go.id/pelayanan-publik/8146995/deputi-bidang-standar-nasional-satuan-ukuran/layanan-kalibrasi-dan-pengukuran#:~:text=f)%20Durasi%20waktu%20penyelesaian%20kalibrasi,pengukuran%20adalah%202%20hari%20kerja).

Syahputra Arief, Muhaimin, A. (2022). Analisa Kalibrasi Level *Transmitter* Dengan Metode Uji Linieritas Arus Pada Plant Kontrol Level. *Jurnal Tektro*, 06(01), 5.

Tamboli, S., Rawale, M., Thoraiet, R., & Agashe, S. (2015). Implementation of Modbus RTU and Modbus TCP communication using Siemens S7-1200 PLC for batch process. *2015 International Conference on Smart Technologies and Management for Computing, Communication, Controls, Energy and Materials, ICSTM 2015 - Proceedings, May*, 258–263. <https://doi.org/10.1109/ICSTM.2015.7225424>

Thomas, M., Mihaela, I., Andrianjaka, R. M., Germain, D. W., & Sorin, I. (2021). Metamodel based approach to generate user *interface* mockup from UML *Class Diagram*. *Procedia Computer Science*, 184, 779–784. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.096>

- Wang, J., & Zhang, H. (2020). Investigate calibration methods for *pressure transmitters*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1646(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1646/1/012084>
- Yang, X., Li, Y., Chen, Y., Li, Y., Dai, L., Feng, R., & Duh, Y. S. (2020). Case study on the catastrophic explosion of a chemical plant for production of m-phenylenediamine. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 67(July), 104232. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104232>

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Datasheets Alat Pengukur Tekanan



Y913-057 Oil & Gas Series Severe Service Oilfield Pressure Transmitter

Introduction: The Baumer Y913-057 Series pressure transmitter was specifically designed for oilfield applications. Its 316 SS body, ceramic diaphragm with Kalrez seal, makes it ideal for use in rugged industrial applications such as that found in the Canadian oilfield. Baumer's TRANSBAR® piezoresistive technology provides outstanding accuracy, linearity, hysteresis and repeatability. Y913 pressure transmitters are very competitively priced, due to Baumer's strict material selection and highly automated manufacturing process. Baumer has been designing and manufacturing innovative products for the pressure industry since the invention of the Bourdon Tube in 1849.

Product Highlights:

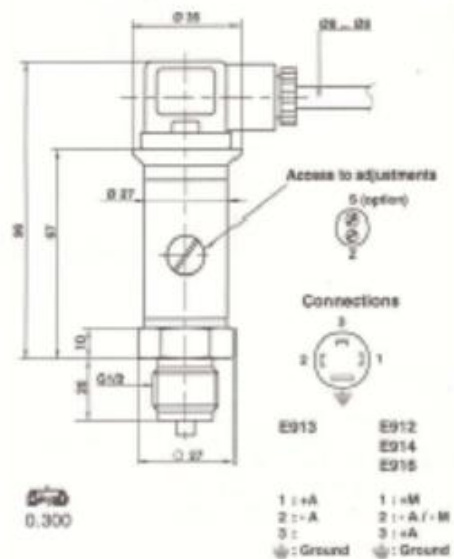
- > Intrinsically Safe CSA Approved Class I, Div. I, Groups A, B, C & D
- > Kalrez® Diaphragm Seal provides universal chemical resistance
- > 316 Stainless Steel Body provides excellent chemical resistance
- > Ceramic Al₂O₃ Diaphragm Immune to the most aggressive chemicals
- > Wide Operating Temperature Range (-25 to 70°C)
- > Wide Compensated Temperature Range (-10 to 70°C)
- > Typical Error +/- 0.2% of F.S.
- > Excellent Thermal Stability (Zero +/- 0.25%/°C, Span +/-0.015%/°C)
- > ¼" & ½" NPT Available
- > TRANSBAR® Sensing Element Provides Excellent Long Term Stability
- > 2 Wire 4-20 mA Output with 11 to 28 VDC Excitation
- > Pressure Ranges Available from -30" Hg through 9000 PSIG
- > Zero & Span Potentiometer Standard
- > DIN 43650 Electrical Connection Standard



Y913-057 Series Pressure Transmitter Pressure Ranges

Part Number	Pressure Range PSIG
Y-913-057-H59	-30" Hg + 0
Y-913-057-H73	-30" Hg + 15
Y-913-057-H75	-30" Hg + 30
Y-913-057-H20	-30" Hg + 60
Y-913-057-H78	-30" Hg + 100
Y-913-057-H15	0 + 15
Y-913-057-H10	0 + 20
Y-913-057-H17	0 + 30
Y-913-057-H84	0 + 40
Y-913-057-H19	0 + 60
Y-913-057-H21	0 + 100
Y-913-057-H22	0 + 150
Y-913-057-H23	0 + 200
Y-913-057-H25	0 + 300
Y-913-057-H26	0 + 400
Y-913-057-H27	0 + 600
Y-913-057-H30	0 + 1000
Y-913-057-H31	0 + 1500
Y-913-057-H32	0 + 2000
Y-913-057-H34	0 + 3000
Y-913-057-88	0 + 4000
Y-913-057-38	0 + 6000
Y-913-057-39	0 + 9000

Y913-057 Series Pressure Transmitter Dimensions



GC51 Pressure Transmitter

FEATURES

- Bright backlit 4-digit LCD display
- "Loop Check" function allows unit to output 4-20 mA without applying pressure
- Internal "push-button" configurability allows quick range changes
- "Min./Max. Hold" function allows display to capture pressure events
- Easily rotatable display, 90° increments

TYPICAL USES

- Pump control
- Hydraulic systems
- Compressor control
- Process automation
- Municipal water tank level

PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Reference Temperature:	73 °F (23 °C)
Accuracy:	±0.25% of span (All ranges through 7500 psi) ±0.5% of span (9.00 and 15.00 ksi ranges) ±1.0% of span (20.00 ksi range) (includes effects of linearity, hysteresis & repeatability)
Stability:	±0.25% of span upper range limit (URL)/year
Output Resolution:	0.1% of span (URL)

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Temperature Effects:	14 °F to 140 °F (-10 °C to 60 °C) ±0.02% of span (URL)/°C
Temperature Limits:	Storage: -4 °F to 158 °F (-20 °C to 70 °C) Operating: 14 °F to 140 °F (-10 °C to 60 °C) Compensated: 14 °F to 140 °F (-10 °C to 60 °C)

FUNCTIONAL SPECIFICATIONS

Overpressure:	Proof:	Burst:
≤1,500 psi	2 X Range	5 X Range
3,000 & 5,000 psi	1.5 X Range	3 X Range
7,500 psi thru 20 ksi	1.2 X Range	3 X Range
Response Time:	30 ms (user adjustable)	
Vibration:	5 g's 150 Hz	
Shock Effect:	10 g's 16 ms	
Display:	4 digit, 10 mm LCD with LED backlight Accuracy: ± 0.25% of span (URL) + last digit	

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Output Signal:	4-20 mA (2 Wire)
Supply Voltage:	12-32 Vdc
Rangeability/Adjustment:	Zero: -10% to +110% span Span: -10% to +110% span (Accuracy and output resolution based upon the span (URL) value)



GC51 Pressure Transmitter



KEY BENEFITS

- Robust NEMA 4 (IP66) aluminum die cast housing
- Scaling function allows display to indicate user defined physical units
- Up to 8X smaller than a conventional process transmitter

ELECTRICAL SPECIFICATIONS (Continued)

Insulation Resistance:	50 Vdc (≥ 100 MΩ)
EMC Compliance:	EMC Directive 2004/108/EC IEC/EN 61326-1: 2006 (EMI Class A/ EMS Table 2) IEC/EN 61326-2-3: 2006 (Annex BB (Pressure Transducer))

PHYSICAL SPECIFICATIONS

Process Connection:	All ranges through 9.00 ksi: 1/4 NPT Female Ranges 15.00 ksi and 20.00 ksi: 1/2-18 UNF-2B for 1/2" O.D. High Pressure Tubing
Weight:	Approx. 1.0 lb.
Environmental Rating:	IP66/NEMA 4
Electrical Connection:	1/2 NPT Female Conduit Cable Gland (Cable diameters 0.35" to 0.4")

Lampiran 2. Tabel Validasi Manual *Pressure Gauge* Schuh PX40

LANGKAH	%	Pressure (Psi)		Eror	Eror (%)
		PT Ashcroft GC51	PG Schuh		
		PSI	PSI		
UP	0	0.0	0.0	0.0	0.00
	25	15.3	16.0	0.7	4.58
	50	30.3	31.0	0.7	2.31
	75	45.5	46.5	1.0	2.20
	100	60.5	61.0	0.5	0.83
DOWN	100	60.5	61.0	0.5	0.83
	75	45.2	46.2	1.0	2.21
	50	30.0	30.8	0.8	2.67
	25	15.5	16.0	0.5	3.23
	0	0.0	0.0	0.0	0.00
RATA-RATA (%)					1.88
AKURASI (%)					98.12
HYSTERISIS					0.50

LANGKAH	%	Pressure (Psi)		Eror	Eror (%)
		PT Ashcroft GC51	PG Schuh		
		PSI	PSI		
UP	0	0.0	0.0	0.0	0.00
	25	15.0	15.1	0.1	0.67
	50	30.4	31.0	0.6	1.97
	75	45.0	46.0	1.0	2.22
	100	60.5	61.0	0.5	0.83
DOWN	100	60.5	61.0	0.5	0.83
	75	45.2	46.0	0.8	1.77
	50	30.7	31.5	0.8	2.61
	25	15.4	16.0	0.6	3.90
	0	0.0	0.0	0.0	0.00
RATA-RATA (%)					1.48
AKURASI (%)					98.52
HYSTERISIS					1.40

LANGKAH	%	Pressure (Psi)		Eror	Eror (%)
		PT Ashcroft GC51	PG Schuh		
		PSI	PSI		
UP	0	0.0	0.0	0.0	0.00
	25	15.2	15.8	0.6	3.95
	50	30.4	31.0	0.6	1.97
	75	45.3	46.0	0.7	1.55
	100	61.5	62.0	0.5	0.81
DOWN	100	61.5	62.0	0.5	0.81
	75	45.5	46.5	1.0	2.20
	50	30.5	31.5	1.0	3.28

LANGKAH	%	Pressure (Psi)		Error	Error (%)
		PT Ashcroft GC51	PG Schuh		
		PSI	PSI		
DOWN	25	15.2	15.9	0.7	4.61
	25	0.0	0.0	0.7	0.00
RATA-RATA (%)					1.92
AKURASI (%)					98.08
HYSTERISIS					1.10

Lampiran 3. Tabel Validasi Manual *Pressure Transmitter* Ashcroft GC51

LANGKAH	%	Pressure (Psi)			Error	Error (%)
		Pressure Gauge	PT Ashcroft GC51			
		PSI	PSI	mA		
UP	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
	25.00	37.50	37.70	7.55	0.20	0.53
	50.00	75.00	75.00	11.16	0.00	0.00
	75.00	112.00	112.40	14.39	0.40	0.36
	100.00	151.00	151.70	18.63	0.70	0.46
DOWN	100.00	151.00	151.70	18.63	0.70	0.46
	75.00	112.00	112.70	13.49	0.70	0.63
	50.00	75.00	75.00	11.16	0.00	0.00
	25.00	37.50	37.80	7.56	0.30	0.80
	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
RATA-RATA (%)					0.32	
AKURASI (%)					99.68	
LINIERITAS					0.0943(l)+3.9477	
HYSTERISIS					0.40	
Sensitivitas					0.10	

LANGKAH	%	Pressure (Psi)			Error	Error (%)
		Pressure Gauge	PT Ashcroft GC51			
		PSI	PSI	mA		
UP	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
	25.00	37.50	37.70	7,57	0.20	0.53
	50.00	75.00	75.60	11.22	0.60	0.80
	75.00	112.50	113.20	14.90	0.70	0.62
	100.00	150.00	151.70	18.64	1.70	1.13
DOWN	100.00	150.00	151.70	18.64	1.70	1.13
	75.00	112.50	113.20	14.89	0.70	0.62
	50.00	75.00	75.10	11.17	0.10	0.13
	25.00	37.50	37.50	7.55	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
RATA-RATA (%)					0.50	
AKURASI (%)					99.50	
LINIERITAS					0.10(l)+2.446	
HYSTERISIS					0.70	
Sensitivitas					0.10	

LANGKAH	%	Pressure (Psi)			Eror	Eror (%)
		Pressure Gauge	PT Ashcroft GC51			
		PSI	PSI	mA		
UP	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
	25.00	37.50	37.50	7.52	0.00	0.00
	50.00	75.00	75.20	11.18	0.20	0.27
	75.00	112.50	112.60	14.81	0.10	0.09
	100.00	150.00	149.00	18.37	1.00	0.67
DOWN	100.00	150.00	149.00	18.37	1.00	0.67
	75.00	112.50	112.90	14.85	0.40	0.36
	50.00	75.00	75.30	11.19	0.30	0.40
	25.00	37.50	37.40	7.58	0.10	0.27
	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
RATA-RATA (%)						0.27
AKURASI (%)						99.73
LINIERITAS						0.0965(l)+3.961
HYSTERISIS						0.30
Sensitivitas						0.10

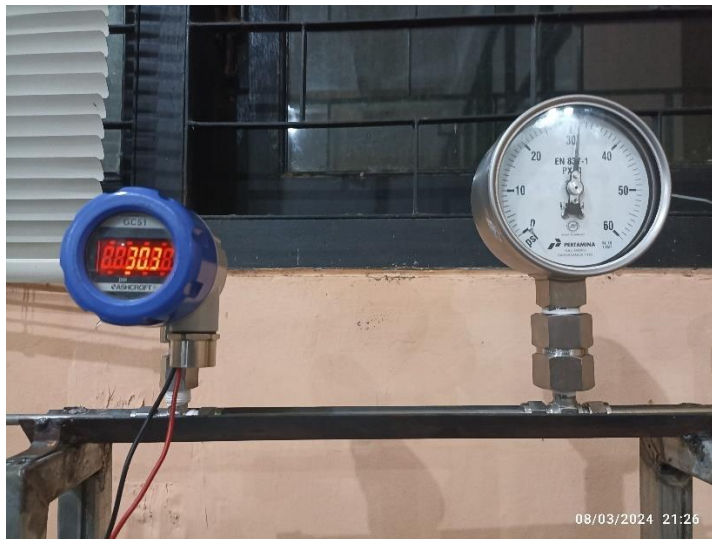
Lampiran 4. Dokumentasi Validasi Manual *Pressure Gauge* Schuh PX40



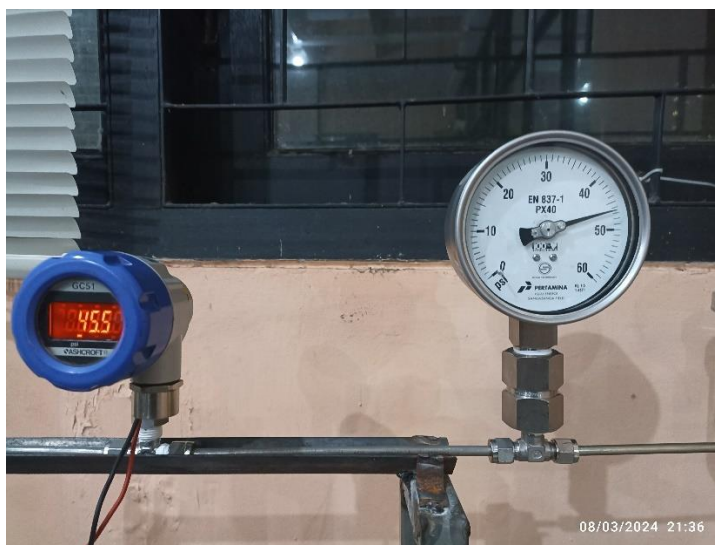
Langkah 0% ketika naik



Langkah 25% ketika naik



Langkah 50% ketika naik



Langkah 75% ketika naik



Langkah 100% ketika naik



Langkah 75% ketika turun



Langkah 50% ketika turun

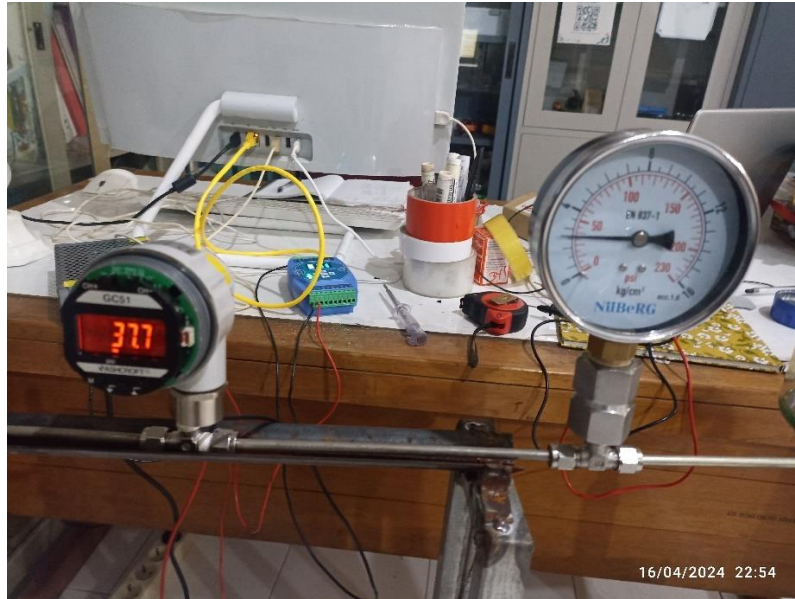


Langkah 25% ketika turun



Langkah 0% ketika turun

Lampiran 5. Dokumentasi Validasi Manual *Pressure Transmitter* Ashcroft GC51



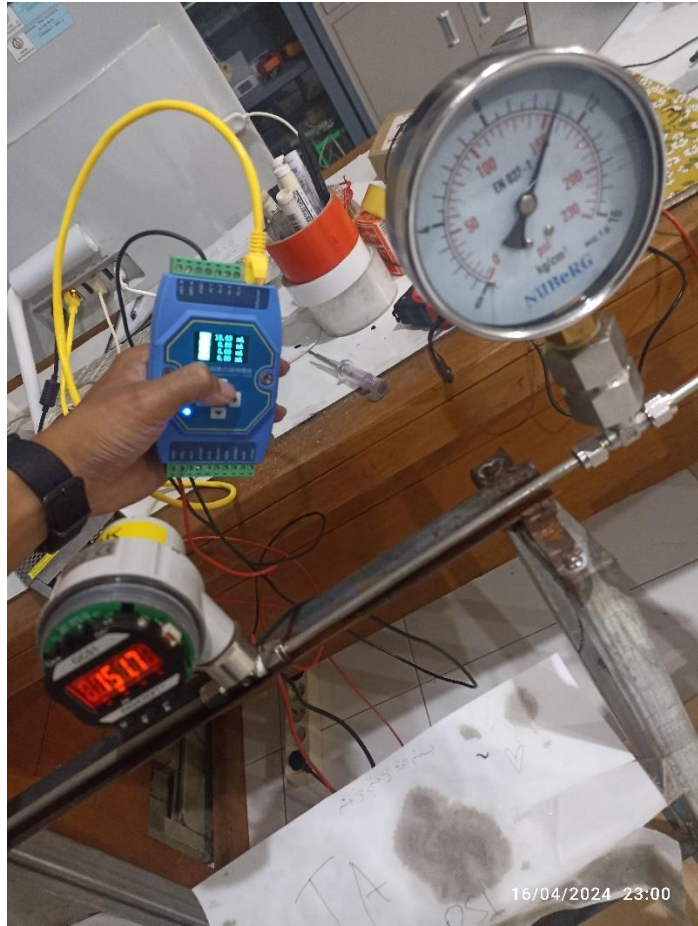
Langkah 25% ketika naik



Langkah 50% ketika naik



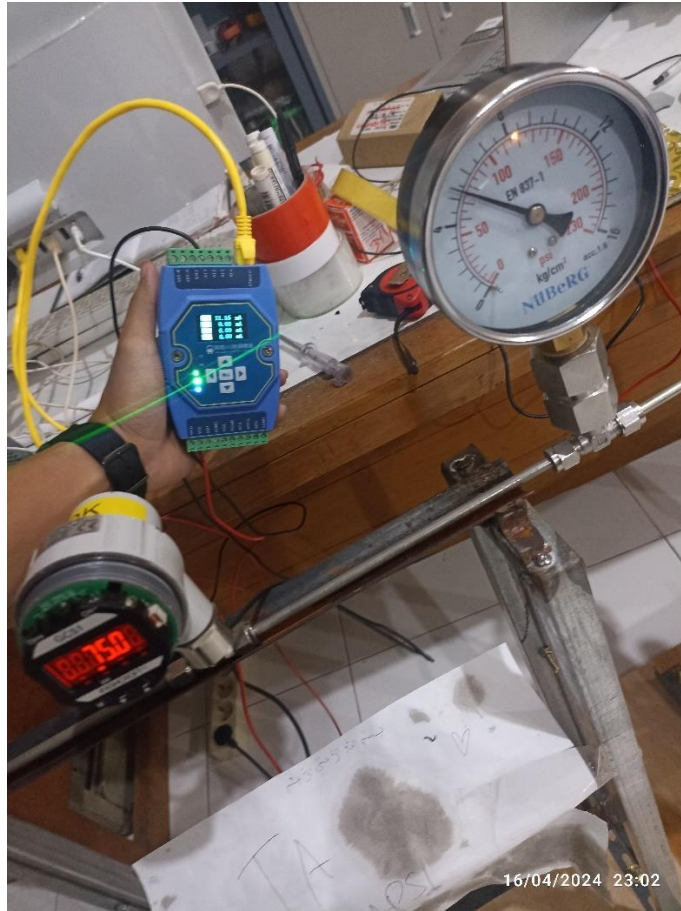
Langkah 75% ketika naik



Langkah 100% ketika naik



Langkah 75% ketika turun



Langkah 50% ketika turun



Langkah 25% ketika turun



Langkah 00% ketika turun

Lampiran 6. Dokumentasi Kalibrasi *Pressure Transmitter* Beumer Y913



Set up Hardware

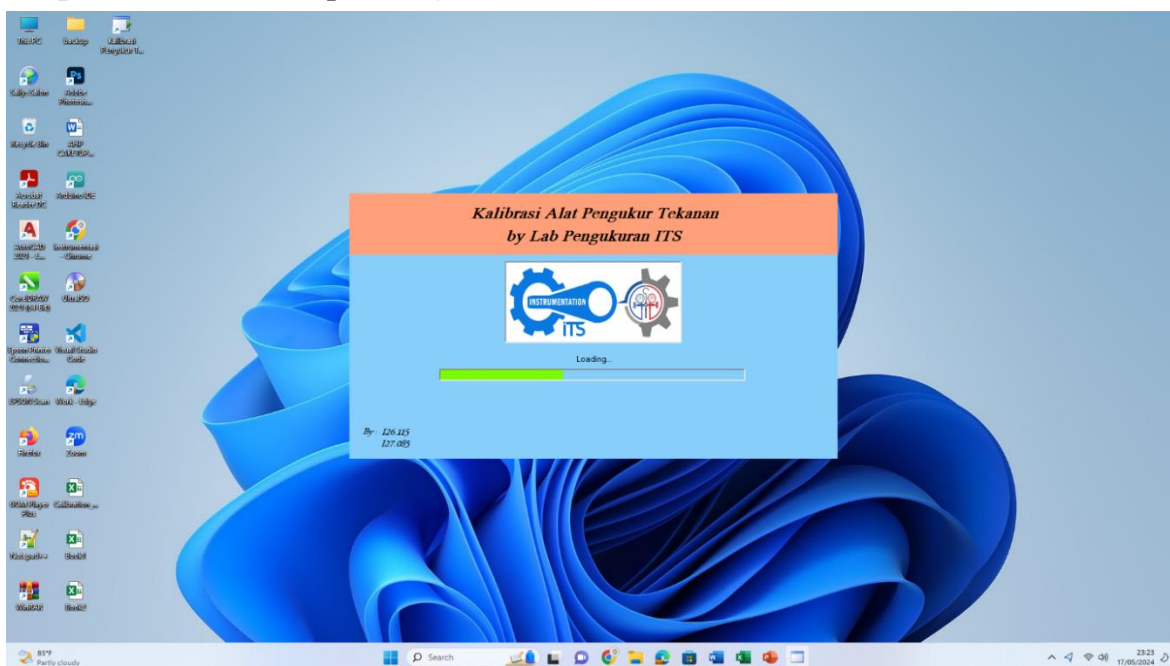


Set up system



Pembacaan alat standar

Lampiran 7. Hasil Tampilan *Software*



Splash screen ketika aplikasi awal dibuka

Master Data		Step	Master		UUT		Difference	%
Select Master :	Pressure Transmitter Beumer		Count	Value	Count	Value		
Serial Master :	Y913	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Calibration Number :	1	25%	0	37.7519864975062	0	37.1380478334504	0.619398664055837	0.409292442703891
Class Accuracy :	0.015	50%	211	75.0602236154405	211	74.6892526442168	0.578779265380305	0.38585284358687
Register Master :	101	75%	59	112.705841105177	59	111.651794484817	0.92829482255361	0.61886321503574
IP Address :	192.168.3.7	100%	35	150.837613203204	35	149.424143537903	1.43519369728747	0.956795798191649
Unit Under Test Data		75%	0	113.305266351861	0	112.327027138667	0.978239213193888	0.652159475462592
Select UUT :	Pressure Transmitter Ashcroft	50%	0	75.1683070679486	0	74.8512949729439	0.317012095004699	0.2113413966698
Serial Number :	GCS1	25%	0	37.4675238474522	0	36.8385724317403	0.628951415711889	0.419300943807926
Accuraction (%) :	5	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Zero Value :	0							
Span Value :	150							
Full Scale :	150							
IP Address :	192.168.3.7							
Register UUT :	100							
Mode :	All Auto							
PIC Data								
Calibration by :	Rafae Pranata							
Verified by :	Safira Firdaus							
ID telegram :	other							
Report Data								
Report No :	1							
Service for :	Pengujian Alat							
Test No :	1							
CLEAR								
Master : Connected UUT : Connected								

Tampilan mainpage

Master Data		Step	Master		UUT		Difference	%
Select Master :	Pressure Transmitter Beumer		Count	Value	Count	Value		
Serial Master :	Y913	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Calibration Number :	1	25%	0	37.7519864975062	0	37.1380478334504	0.619398664055837	0.409292442703891
Class Accuracy :	0.015	50%	211	75.0602236154405	211	74.6892526442168	0.578779265380305	0.38585284358687
Register Master :	101	75%	59	112.705841105177	59	111.651794484817	0.92829482255361	0.61886321503574
IP Address :	192.168.3.7	100%	35	150.837613203204	35	149.424143537903	1.43519369728747	0.956795798191649
Unit Under Test Data		75%	0	113.305266351861	0	112.327027138667	0.978239213193888	0.652159475462592
Select UUT :	Pressure Transmitter Ashcroft	50%	0	75.1683070679486	0	74.8512949729439	0.317012095004699	0.2113413966698
Serial Number :	GCS1	25%	0	37.4675238474522	0	36.8385724317403	0.628951415711889	0.419300943807926
Accuraction (%) :	5	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Zero Value :	0							
Span Value :	150							
Full Scale :	150							
IP Address :	192.168.3.7							
Register UUT :	100							
Mode :	All Auto							
PIC Data								
Calibration by :	Rafae Pranata							
Verified by :	Safira Firdaus							
ID telegram :	other							
Report Data								
Report No :	1							
Service for :	Pengujian Alat							
Test No :	1							
CLEAR								
Master : Connected UUT : Connected								

Tampilan ketika klik tombol save

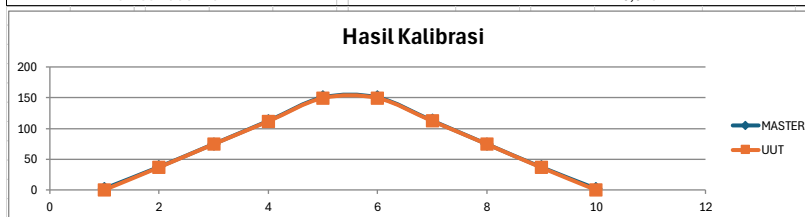
CALIBRATION REPORT



CUSTOMER	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	PERFORMANCE DATE :	18-May-24
ADDRESS	Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec.Sukotilo, Surabaya, Jawa Timur 60111	CALIBRATION TIME DURATION :	5Min

UNIT UNDER TEST			
DEVICE NAME	PT Ashcroft	RANGE	0-150
SERIAL NO	GC51	SPAN	150
REPORT NO	1	SENSITIVITY	0.094012028
SERVICE FOR	Pengujian Alat	LINIERITY	0,0940120275921687(l)+4
TEST NO	1	HYSTERISIS	0.537843829
ACCURATION	5		

MASTER	
DEVICE NAME	PT Beumer
SERIAL NO	Y913
CALIBRATION NO	1
CLASS ACCURACY	0,015



STEP	No.	%	PT Beumer(MASTER)	PT Ashcroft(UUT)	DIFFERENCE	EROR %
UP	1	0	2.459653714	0.571068611	1.888585103	1.259056736
	2	25	37.7519865	37.13804783	0.613938664	0.409292443
	3	50	75.06022361	74.68925264	0.370970966	0.385852844
	4	75	112.7058411	111.6517945	1.05404662	0.618863215
	5	100	150.9728458	149.4241435	1.548702235	0.956795798
DOWN	6	100	150.9728458	149.4241435	1.548702235	0.956795798
	7	75	113.3052664	112.3270714	0.978194965	0.652159475
	8	50	75.16830707	74.85129497	0.317012095	0.211341397
	9	25	37.46752385	36.83857243	0.628951416	0.419300944
	10	0	2.459653714	0.571068611	1.888585103	1.259056736
RATA-RATA					0.712851538	
AKURASI					99.28714846	

Result	PIC	Verified by
Good	Rafsie Pranata	Safira Firdaus

Tampilan lembar kalibrasi

Kalibrasi Pengukur Tekanan by Lab Pengukuran ITS

Master Data		Step	Master		UUT		Difference	%
Select Master :	PT Beumer		Count	Value	Count	Value		
Serial Master :	Y913	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Calibration Number :	1	25%	86	37.5092306693263	86	36.938999958693	0.632902840726103	0.421935227150736
Class Accuracy :	0.015	50%	187	75.0147374436546	187	74.6581411842428	0.159114310798316	0.106076207198877
Register Master :	101	75%	50	112.773911407881	50	111.66262273012	1.11586540568342	0.743910270455615
IP Address :	192.168.3.7	100%	34	150.972845772596	34	149.488184415785	1.45039739107511	0.966931594050076
Unit Under Test Data		75%	0	151.593939049136	0	150.236482299971	1.3574567491651	0.904971166110063
Select UUT :	PT Ashcroft	50%	0	112.831161938105	0	112.828741377	1.23733319372741	0.824888795818273
Serial Number :	GC51	25%	0	74.5045608844892	0	74.233136437	0.376137570845501	0.250758380563667
Accuration (%) :	5	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Zero Value :	0	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Select report file path <input type="text"/> <input type="button" value="OK"/> </div>						
Span Value :	150							
Full Scale :	150	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
IP Address :	192.168.3.7	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Register UUT :	100	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Select report file path <input type="text"/> <input type="button" value="OK"/> </div>						
Mode :	All Auto	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
PIC Data		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Calibration by :	Rafie Pranata	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Verified by :	Safira Firdaus	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
ID telegram :	other	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Report Data		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Report No :	1	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Service for :	Pengujian Alat	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Test No :	1	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
CLEAR		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						
Master : Connected UUT : Connected		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Scaling Settings Cancel OK </div>						

Saturday, 18 May 2024 00:30:37

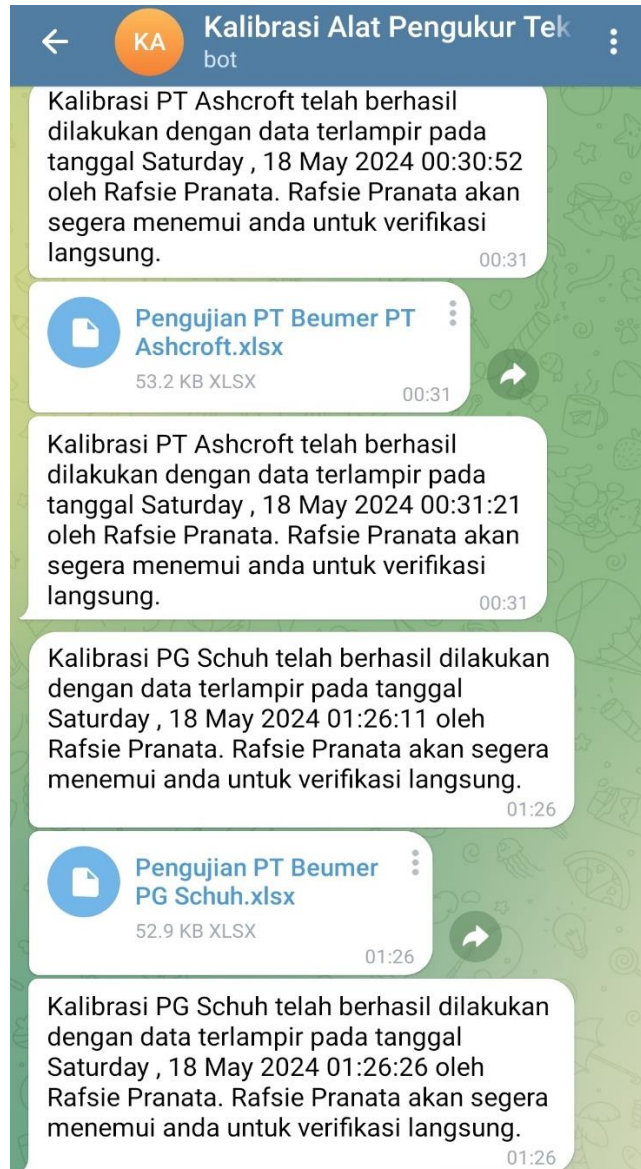
Tampilan ketika klik tombol send

Kalibrasi Pengukur Tekanan by Lab Pengukuran ITS

Master Data		Step	Master		UUT		Difference	%
Select Master :	PT Beumer		Count	Value	Count	Value		
Serial Master :	Y913	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Calibration Number :	1	25%	86	37.5092306693263	86	36.938999958693	0.632902840726103	0.421935227150736
Class Accuracy :	0.015	50%	187	75.0147374436546	187	74.6581411842428	0.159114310798316	0.106076207198877
Register Master :	101	75%	50	112.773911407881	50	111.66262273012	1.11586540568342	0.743910270455615
IP Address :	192.168.3.7	100%	34	150.972845772596	34	149.488184415785	1.45039739107511	0.966931594050076
Unit Under Test Data		75%	0	151.593939049136	0	150.236482299971	1.3574567491651	0.904971166110063
Select UUT :	PT Ashcroft	50%	0	112.831161938105	0	112.828741377	1.23733319372741	0.824888795818273
Serial Number :	GC51	25%	0	74.5045608844892	0	74.233136437	0.376137570845501	0.250758380563667
Accuration (%) :	5	0%	0	2.459653714134	0	0.571068610847208	1.88858510328679	1.25905673552453
Zero Value :	0	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Span Value :	150							
Full Scale :	150	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
IP Address :	192.168.3.7	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Register UUT :	100	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Mode :	All Auto	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
PIC Data		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Calibration by :	Rafie Pranata	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Verified by :	Safira Firdaus	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
ID telegram :	other	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Report Data		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Report No :	1	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Service for :	Pengujian Alat	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Test No :	1	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
CLEAR		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						
Master : Connected UUT : Connected		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> D:\HYDRAULIC CALIBRATION STATION\DataKalibrasi\Pengujian PT Beumer PT Ashcroft.txt <input type="button" value="OK"/> </div>						

Saturday, 18 May 2024 00:30:51

Tampilan hasil send



Tampilan laporan kalibrasi yang terkirim melalui telegram

Lampiran 8. Program Visual Studio

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Reflection.Emit;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Microsoft.Office.Interop;
using System.Reflection;
using EasyModbus;
using System.IO;
using System.Net.Http.Headers;
using System.Net.Http;
using Newtonsoft.Json;

```

```

using Newtonsoft.Json.Linq;

namespace Kalibrasi_Pengukur_Tekanan_by_Lab_Pengukuran_ITS
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        int state = 1;
        int average = 0;

        string cek_mode;
        string cek_unit1;
        string cek_unit2;

        double contoh_nilai_UUT = 0;
        double contoh_nilai_master = 0;

        double akumulasi_nilai_master;
        double akumulasi_nilai_UUT;

        double[] average_nilai_master = new double[2500];
        double[] average_nilai_uut = new double[2500];

        double[] nilaiMaster = new double[2500];
        double[] nilaiUUT = new double[2500];

        string tanggal;
        int rejection = 0;
        int waktu = 0;
        int waktu_menit = 0;

        public bool auto = false;
        public bool auto2 = false;
        public bool eqmaster = false;
        public bool equnit = false;

        int v;
        int v2;

        int cek = 0;

        double[] value_master = new double[100];
        double[] value_uut = new double[100];

        int breakprogram = 0;

        string cek_pengampu;
        string cek_spv;

        private static string id_telegram_ver;
        private static string id_telegram_spv;

        int urutan = 1;

        double minAmp = 0;
        double maxAmp = 0;

        double minPsi = 0;
        double maxPsi = 0;

        string sensitivity;
    }
}

```

```

string picture_path;
private static string report_path;

string unitName;

private static string reportdate;

private static string pic;
switch (cek_unit1)
{
    case "PT Ashcroft GC 51":
    {
        textBox10.Text = "3944,7";
        textBox11.Text = "96,836";

        comboBox2.SelectedIndex = 0;
    }
    break;

    case "PT Beumer Y913":
    {
        textBox10.Text = "3870,3";
        textBox11.Text = "52,731";

        comboBox2.SelectedIndex = 1;
    }
    break;

    case "None":
    {
        textBox10.Text = "0";
        textBox11.Text = "0";

        comboBox2.SelectedIndex = 2;
    }
    break;
}

// identify unit 2 for scalling value
switch (cek_unit2)
{
    case "PT Ashcroft GC 51":
    {
        textBox15.Text = "3944,7";
        textBox16.Text = "96,836";

        comboBox3.SelectedIndex = 0;
    }
    break;

    case "PT Beumer Y913":
    {
        textBox15.Text = "3980,3";
        textBox16.Text = "52,731";

        comboBox3.SelectedIndex = 1;
    }
    break;

    case "None":
    {
        textBox15.Text = "0";
    }
}

```

```

        textBox16.Text = "0";

        comboBox3.SelectedIndex = 2;
    }
    break;
}
}

void kalkulasi_nilai_master()
{
    if (urutan >= 5)
    {
        akumulasi_nilai_master = 0;
        int count = urutan - 4;

        for (int i = 1; i < count; i++)
        {
            akumulasi_nilai_master = akumulasi_nilai_master +
nilaiMaster[i + 5];
        }

        average_nilai_master[state] = akumulasi_nilai_master / count;
    }
}

void kalkulasi_nilai_uut()
{
    if (urutan >= 5)
    {
        akumulasi_nilai_UUT = 0;
        int count = urutan - 4;

        for (int i = 1; i < count; i++)
        {
            akumulasi_nilai_UUT = akumulasi_nilai_UUT + nilaiUUT[i + 5];
        }

        average_nilai_uut[state] = akumulasi_nilai_UUT / count;
    }
}

private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        if (textBox10.Text == "")
        {
            textBox10.Text = "0";
        }
        else
        {
            eqmaster = true;
        }
        if (textBox11.Text == "")
        {
            textBox11.Text = "0";
        }
        else
        {
            eqmaster = true;
        }
        if (textBox15.Text == "")

```

```

{
    textBox15.Text = "0";
}
else
{
    equnit = true;
}
if (textBox16.Text == "")
{
    textBox16.Text = "0";
}
else
{
    equnit = true;
}

if (auto != true)
{
    label19.Text = "Master : Disconnected";
    panel55.BackColor = Color.Red;
}

if (auto2 != true)
{
    label51.Text = "UUT : Disconnected";
    panel56.BackColor = Color.Red;
}

switch (cek_mode)
{
    case "Auto Master":
        {
            auto = true;

            label55.Visible = true;
            label56.Visible = false;

            label75.Text = "Value";
            label76.Text = "Value";

            label57.Visible = true;
            label58.Visible = true;
            label59.Visible = true;
            label60.Visible = true;
            label61.Visible = true;
            label62.Visible = true;
            label63.Visible = true;
            label64.Visible = true;
            label65.Visible = true;

            label66.Visible = false;
            label67.Visible = false;
            label68.Visible = false;
            label69.Visible = false;
            label70.Visible = false;
            label71.Visible = false;
            label72.Visible = false;
            label73.Visible = false;
            label74.Visible = false;

            ModbusClient modbusClient = new
ModbusClient(textBox24.Text, 502);

```



```

        modbusClient.Connect();

        label19.Text = "Master : Connected";
        panel55.BackColor = Color.Green;

        int[] readInputRegisters =
modbusClient.ReadInputRegisters(Convert.ToInt32(textBox18.Text), 1);

        if (eqmaster == true)
        {
            contoh_nilai_master = (v -
Convert.ToDouble(textBox10.Text)) / Convert.ToDouble(textBox11.Text);
        }

        if (readInputRegisters[0] < 0)
        {
            v = (readInputRegisters[0]);
        }
        else
        {
            v = readInputRegisters[0];
        }

        // step 1
        if (state == 1)
        {
            // non average
            if (average == 0)
            {
                richTextBox9.ForeColor = Color.Black;
                richTextBox9.Text =
Convert.ToString(contoh_nilai_master);

                minAmp = v / 1000;
                minAmp = Convert.ToDouble(richTextBox9.Text);
            }

            // average
            if (average == 1)
            {
                nilaiMaster[urutan] = contoh_nilai_master;

                if (urutan >= 1)
                {

                    label57.Text = Convert.ToString(urutan -
1);

                    kalkulasi_nilai_master();

                    // setup awal nilai master
                    richTextBox9.ForeColor = Color.Blue;
                    richTextBox9.Text =
Convert.ToString(average_nilai_master[state]);

                    minAmp = v / 1000;
                    minAmp =
Convert.ToDouble(richTextBox9.Text);
                }
                urutan++;
            }
        }
    }
}

```

```

    }

// Datetime
string day = DateTime.Today.ToString("dddd");
string year = DateTime.Now.Year.ToString("0000");
string month = DateTime.Now.Month.ToString("00");
string date = DateTime.Now.Day.ToString("00");
string hour = DateTime.Now.Hour.ToString("00");
string minute = DateTime.Now.Minute.ToString("00");
string second = DateTime.Now.Second.ToString("00");
string month2;
string day2;
switch (month)
{
    case "01":
        month2 = "January";
        break;
    case "02":
        month2 = "February";
        break;
    case "03":
        month2 = "March";
        break;
    case "04":
        month2 = "April";
        break;
    case "05":
        month2 = "May";
        break;
    case "06":
        month2 = "June";
        break;
    case "07":
        month2 = "July";
        break;
    case "08":
        month2 = "August";
        break;
    case "09":
        month2 = "September";
        break;
    case "10":
        month2 = "October";
        break;
    case "11":
        month2 = "November";
        break;
    case "12":
        month2 = "December";
        break;
    default:
        month2 = "UnKnown";
        break;
}
switch (day)
{
    case "Sun":
        day2 = "Sunday";
        break;
    case "Mon":
        day2 = "Monday";
        break;
}

```

```

case "Tue":
    day2 = "Tuesday";
    break;
case "Wed":
    day2 = "Wednesday";
    break;
case "Thu":
    day2 = "Thursday";
    break;
case "Fri":
    day2 = "Friday";
    break;
case "Sat":
    day2 = "Saturday";
    break;
case "Sunday":
    day2 = "Sunday";
    break;
case "Monday":
    day2 = "Monday";
    break;
case "Tuesday":
    day2 = "Tuesday";
    break;
case "Wednesday":
    day2 = "Wednesday";
    break;
case "Thursday":
    day2 = "Thursday";
    break;
case "Friday":
    day2 = "Friday";
    break;
case "Saturday":
    day2 = "Saturday";
    break;

//I'm Use Jakarta Timezone, change this case from your
case "Minggu":
    day2 = "Sunday";
    break;
case "Senin":
    day2 = "Monday";
    break;
case "Selasa":
    day2 = "Tuesday";
    break;
case "Rabu":
    day2 = "Wednesday";
    break;
case "Kamis":
    day2 = "Thursday";
    break;
case "Jum'at":
    day2 = "Jum'at";
    break;
case "Jumat":
    day2 = "Friday";
    break;
case "Sabtu":
    day2 = "Sunday";
    break;

```

```

        default:
            day2 = "UnKnown";
            break;
    }

    label50.Text = day2 + " , " + date + " " + month2 + " " + year +
    " " + hour + ":" + minute + ":" + second;

    reportdate = label50.Text;

    tanggal = date + month2 + year;
    label50.Update();
}

private void timer2_Tick(object sender, EventArgs e)
{
    waktu = waktu + 1;

    if (waktu == 60)
    {
        waktu_menit = waktu_menit + 1;
        waktu = 0;
    }
}

//////////////////////////////////// PLOTING EXCEL
////////////////////////////////////

private void button11_Click(object sender, EventArgs e)
{
    timer2.Stop();
    timer2.Enabled = false;

    MessageBox.Show("Select company logo file path");

    OpenFileDialog openFileDialog = new OpenFileDialog();
    openFileDialog.InitialDirectory = "c:\\";
    openFileDialog.Filter = "PNG files (*.png)|*.png|All files
(*.*)|*.*";
    openFileDialog.FilterIndex = 1;
    openFileDialog.RestoreDirectory = true;

    string filePath;

    if (openFileDialog.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        // Get the path of specified file
        filePath = openFileDialog.FileName;

        picture_path = filePath;
    }

    Microsoft.Office.Interop.Excel.Application excel;
    Microsoft.Office.Interop.Excel.Workbook workbook;
    Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet worksheet;
    Microsoft.Office.Interop.Excel.Range cellRange;
    object misValue = System.Reflection.Missing.Value;
    excel = new Microsoft.Office.Interop.Excel.Application();

    workbook = excel.Workbooks.Add(Type.Missing);

```

```

        worksheet =
(Microsoft.Office.Interop.Excel.Worksheet)workbook.ActiveSheet;
        worksheet.Name = textBox7.Text + " " + textBox5.Text;
        worksheet.Columns.AutoFit();
        worksheet.Rows.AutoFit();

private async void button17_Click(Object sender, EventArgs e)
{
    /////// send report document ////
    MessageBox.Show("Select report file path");

    OpenFileDialog openFileDialog = new OpenFileDialog();
    openFileDialog.InitialDirectory = "c:\\";
    openFileDialog.Filter = "All files (*.*)|*.*";
    openFileDialog.FilterIndex = 1;
    openFileDialog.RestoreDirectory = true;

    string filereportPath;

    if (openFileDialog.ShowDialog() == DialogResult.OK)
    {
        // Get the path of specified file
        filereportPath = openFileDialog.FileName;

        report_path = filereportPath;
        MessageBox.Show(report_path);
    }

    string reportApiUrl = "https://api.telegram.org/bot6583398508:AAE-
ex4x4xPWEe4rrcb96sl9Ud1ucxdyAXE/sendDocument"; // Replace with your API endpoint
    string messageApiUrl = "https://api.telegram.org/bot6583398508:AAE-
ex4x4xPWEe4rrcb96sl9Ud1ucxdyAXE/sendMessage";
    string filePath = report_path; // Replace with your document's file
path

    //string chatId = "1325423884"; // tele rafsie

    string chatId = id_telegram_spv; // Spv

    string messageText = "Kalibrasi " + unitName + " telah berhasil
dilakukan dengan data terlampir pada tanggal " + reportdate + " oleh " + pic +
".";

    try
    {
        using (var httpClient = new HttpClient())
        {
            using (var form = new MultipartFormDataContent())
            {
                byte[] fileBytes = File.ReadAllBytes(filePath);
                var fileContent = new ByteArrayContent(fileBytes);
                fileContent.Headers.ContentType =
MediaTypeHeaderValue.Parse("application/xlsx");
                form.Add(fileContent, "document",
Path.GetFileName(filePath));
                form.Add(new StringContent(chatId), "chat_id");

                HttpResponseMessage response = await
httpClient.PostAsync(reportApiUrl, form);
                if (response.IsSuccessStatusCode)

```



```

        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show($"An error occurred: {ex.Message}");
    }
}

private static async Task GetUpdates()
{
    string reportApiUrl = "https://api.telegram.org/bot6583398508:AAE-
ex4x4xPWEe4rrcb96sl9Ud1ucxdyAXE/"; // Replace with your API endpoint

    using (HttpClient client = new HttpClient())
    {
        var response = await
client.GetStringAsync($"{reportApiUrl}getUpdates");
        var updates =
JSONArray.Parse(JObject.Parse(response)["result"].ToString());

        foreach (var update in updates)
        {
            if (update["callback_query"] != null)
            {
                MessageBox.Show("SPV has responded");
                await HandleCallbackQuery(update["callback_query"]);
            }
        }
    }
}

private static async Task HandleCallbackQuery(JToken callbackQuery)
{
    string callbackData = callbackQuery["data"].ToString();

    string responseText = callbackData;
    {
        if (!string.IsNullOrEmpty(responseText))
        {
            if (responseText == "Accepted")
            {
                MessageBox.Show(" Result = Accepted");

                acceptMessage();

                responseText = "";
            }

            if (responseText == "Rejected")
            {
                MessageBox.Show("Result = Rejected");

                rejectMessage();

                responseText = "";
            }
        }
    }
};
}

static async Task acceptMessage()
{

```

```

        string reportApiUrl = "https://api.telegram.org/bot6583398508:AAE-
ex4x4xPWEe4rrcb96sl9Ud1ucxdyAXE/sendDocument";
        string messageApiUrl = "https://api.telegram.org/bot6583398508:AAE-
ex4x4xPWEe4rrcb96sl9Ud1ucxdyAXE/sendMessage"; // Replace with your API endpoint

        string chatId = id_telegram_ver; // tele verifikator
        string filePath = report_path;

// mengirim report ke verifikator

try
{
    using (var httpClient = new HttpClient())
    {
        using (var form = new MultipartFormDataContent())
        {
            byte[] fileBytes = File.ReadAllBytes(filePath);
            var fileContent = new ByteArrayContent(fileBytes);
            fileContent.Headers.ContentType =
MediaTypeHeaderValue.Parse("application/xlsx");
            form.Add(fileContent, "document",
Path.GetFileName(filePath));
            form.Add(new StringContent(chatId), "chat_id");

            HttpResponseMessage response = await
httpClient.PostAsync(reportApiUrl, form);
            if (response.IsSuccessStatusCode)
            {
                MessageBox.Show("File uploaded successfully.");
            }
            else
            {
                MessageBox.Show($"File upload failed. Status code:
{response.StatusCode}");
                string responseContent = await
response.Content.ReadAsStringAsync();
                MessageBox.Show($"Response: {responseContent}");
            }
        }
    }
}
catch (Exception ex)
{
    MessageBox.Show($"An error occurred: {ex.Message}");
}

// setting json payload

string messageText = "Kalibrai oleh " + pic + " pada" + reportdate +
" telah disetujui oleh Supervisor. Selanjutnya " + pic + " akan menemui anda
untuk verifikasi secara langsung";

var payload = new
{
    chat_id = chatId,
    text = messageText,
};

string jsonPayload =
Newtonsoft.Json.JsonConvert.SerializeObject(payload);

```



```

        // Mengirim pesan
        try
        {
            using (var httpClient = new HttpClient())
            {
                var content = new StringContent(jsonPayload, Encoding.UTF8,
"application/json");
                HttpResponseMessage response = await
httpClient.PostAsync(messageApiUrl, content);

                if (response.IsSuccessStatusCode)
                {
                    MessageBox.Show("Calibration process has been complete");
                }
                else
                {
                    MessageBox.Show($"Failed to send message. Status code:
{response.StatusCode}");
                    string responseContent = await
response.Content.ReadAsStringAsync();
                    MessageBox.Show($"Response: {responseContent}");
                }
            }
        }
        catch (Exception ex)
        {
            MessageBox.Show($"An error occurred: {ex.Message}");
        }
    }

    static async Task rejectMessage()
    {
        string messageApiUrl = "https://api.telegram.org/bot6583398508:AAE-
ex4x4xPWEe4rrcb96sl9Ud1ucxdyAXE/sendMessage"; // Replace with your API endpoint

        string chatId = id_telegram_ver; // tele verifikator

        // setting payload

        string messageText = "Kalibrai oleh " + pic + " pada " + reportdate +
" telah ditolak oleh Supervisor. PIC akan melakukan kalibrasi kembali";
        var payload = new
        {
            chat_id = chatId,
            text = messageText,
        };

        string jsonPayload =
Newtonsoft.Json.JsonConvert.SerializeObject(payload);

        // Mengirim pesan
        try
        {
            using (var httpClient = new HttpClient())
            {
                var content = new StringContent(jsonPayload, Encoding.UTF8,
"application/json");

```

```

        HttpResponseMessage response = await
httpClient.PostAsync(messageApiUrl, content);

        if (response.IsSuccessStatusCode)
        {
            MessageBox.Show("Calibration rejected, please try
again");
        }
        else
        {
            MessageBox.Show($"Failed to send message. Status code:
{response.StatusCode}");
            string responseContent = await
response.Content.ReadAsStringAsync();
            MessageBox.Show($"Response: {responseContent}");
        }
    }
}
catch (Exception ex)
{
    MessageBox.Show($"An error occurred: {ex.Message}");
}
}

```

BIODATA PENULIS



Achmad Rafsje Pranata, lahir di kota Surabaya pada 2 april 2002. Mahasiswa tingkat akhir Departemen Teknik *Instrumentasi* Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2020-2024. Aktif dalam mengembangkan ilmu *hardskill* dan *softskill*. Dalam mengembangkan ilmu *softskill* penulis aktif dalam beberapa organisasi, yang saat ini menjabat wakil ketua 2 himpunan mahasiswa Teknik *instrumentasi* kabinet sancaka periode 2023. Sebelumnya penulis pernah menjadi staff pada departemen hubungan luar di himpunan mahasiswa Teknik *instrumentasi* kabinet arka periode 2022 dan menjadi staff pada departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) di Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Vokasi kabinet sinergi cita periode 2022. Selain itu pada kepanitiaan penulis juga pernah menjadi ketua pelaksana pada event Welcome Vokasi yang diadakan oleh BEM FV yang bekerja sama dengan Dekan Fakultas Vokasi serta himpunan departemen. Dalam menunjang *hardskill*, penulis mengikuti beberapa kegiatan diantaranya yaitu menjadi asisten laboran divisi penelitian pada laboratorium pengukuran dari tahun 2021 – sekarang. Mengikuti KKN Pengabdian Masyarakat untuk mengajar mengenai teknologi khususnya mikrokontroler pada sekolah kejar paket PKBM di Surabaya. Lulus dari kegiatan sertifikasi PLC yang diselenggarakan oleh BNSP/LSP elektronika Indonesia pada tahun 2023. Menjadi asisten pelatih dalam pelatihan PLC-Omron yang diselenggarakan oleh Teknik *Instrumentasi* ITS pada tahun 2023. Dalam memperoleh pengalaman terkait dunia industri, penulis berkesempatan *internship* selama empat bulan di PT. Yokogawa Indonesia pada departemen *Instrument Engineering* pada tahun 2023. Sebagai penutup, penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan berkatnya Laporan Tugas Akhir dapat diselesaikan.