

PENGEMBANGAN MODUL PENGATURAN LEVEL AIR PADA  
*PROCESS INSRUMENTATION TRAINER BERBASIS*  
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*



Laporan Tugas Akhir

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Diploma Tiga  
(D-3) Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABRAHAM MARO 323 19 001

MUH. DZAKY RAIHAN 323 19 013

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2021/2022

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporantugasakhirdenganjudul "Pengembangan Modul Pengaturan Level Air Pada Process Instrumentation Trainer Berbasis Programmable Logic Controller" oleh Muh. Dzaky Raihan Nim 323 19 013 dan Abraham. MaroNim 323 19 001 dinyatakanuntukdiujikan.

Makassar, 7 Agustus 2022

Pembimbing I



Dharma Arvani, S.T.,M.T.,Ph.,D  
NIP 19770208 200312 2 001

Pembimbing II



Muh. Chaerur, Rijal, S.T.,M.T.  
NIP 19811007 200812 1 004



## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Tim Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir telah menerima dengan baik Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa Abraham Maro NIM 323 19 001 dan Muh Dzaky Raihan 323 19 013 dengan judul “Pengembangan Modul Pengaturan Level Air Pada *Process Instrumentation Trainer* Berbasis *Programmable Logic Controller*”

Makassar, 10 Agustus 2022

Penguji Seminar Proposal Tugas Akhir :

1. Ir. Kifaya, M.T.
2. Kartika Dewi, S.T.,M.T.
3. Ir. Christian Lumembang, M.T.
4. Zainal Abidin, S.T.,M.T.
5. Dharma Aryani, S.T.,M.T.,Ph.D.
6. Muh. Chaerur Rijal, S.T.,M.T.

Ketua

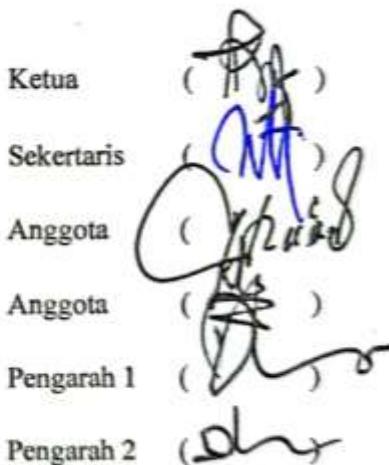
Sekertaris

Anggota

Anggota

Pengarah 1

Pengarah 2



## KATA PENGANTAR

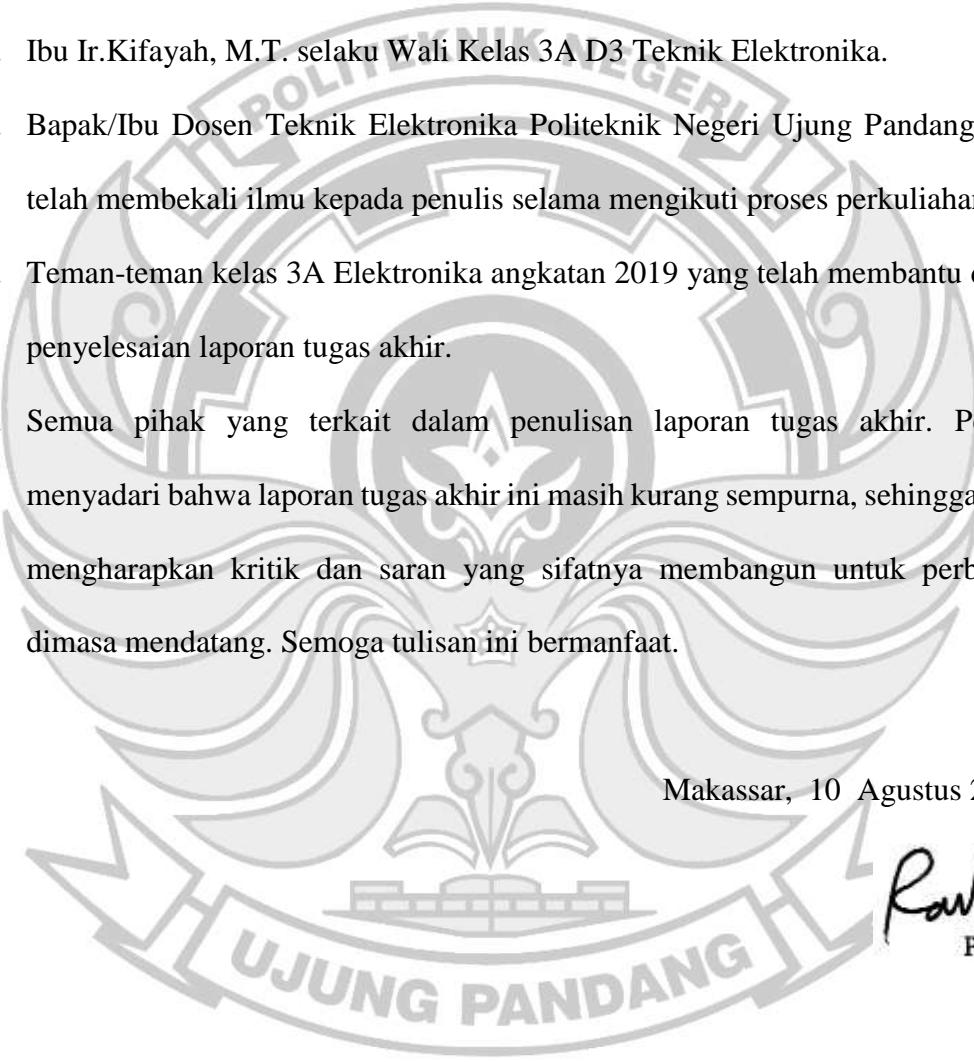
Puji syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-nya. Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “PENGEMBANGAN MODUL PENGATURAN LEVEL AIR PADA PROCESS INSTRUMENTATION TRAINER BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER” dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW. Sang pahlawan sejati bagi umat muslim, rasul terakhir sebagai rahmatan lil alamin.

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Kedua orang tua kami yang selalu setia mendoakan kami dan memberikan dorongan dan motivasi baik moril maupun materil.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar M.Si., Ph.D. Sebagai Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro.
4. Ibu Kartika Dewi, S.T.,M.T. Sebagai Koordinator Program Studi Teknik Elektronika.

5. Ibu Dharma Aryani, S.T.,M.T.,Ph.D. Sebagai Pembimbing I dan Muh. Chaerur Rijal, S.T.,M.T Sebagai Pembimbing II yang telah mencerahkan waktu dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Ibu Ir.Kifayah, M.T. selaku Wali Kelas 3A D3 Teknik Elektronika.
7. Bapak/Ibu Dosen Teknik Elektronika Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membekali ilmu kepada penulis selama mengikuti proses perkuliahan.
8. Teman-teman kelas 3A Elektronika angkatan 2019 yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir.
9. Semua pihak yang terkait dalam penulisan laporan tugas akhir. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih kurang sempurna, sehingga kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan dimasa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Makassar, 10 Agustus 2022

  
Raul  
Penulis

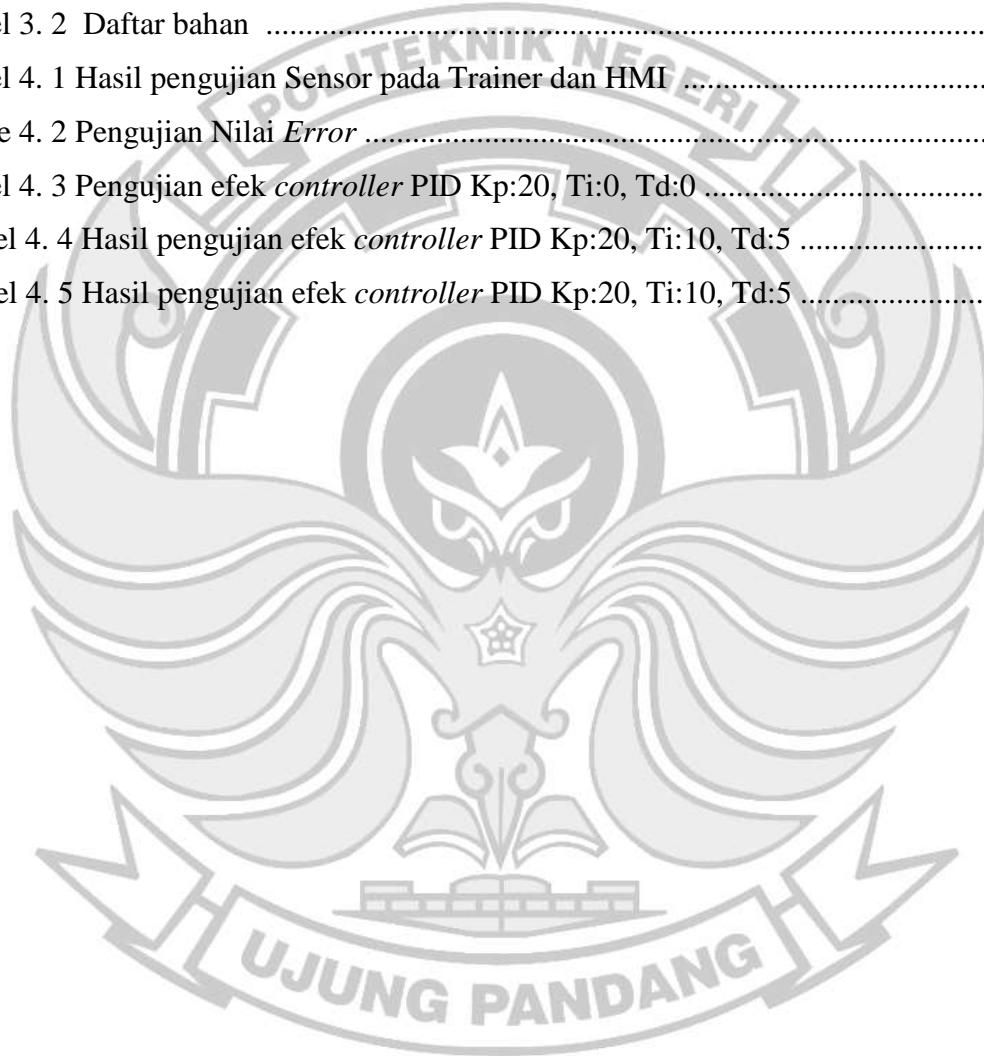
## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>HALAMAN PENERIMAAN .....</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	iv
<b>DAFTAR ISI .....</b>	v
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan .....	3
1.4 Tujuan Kegiatan .....	3
1.5 Manfaat Kegiatan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	4
2.1 Studi Literatur .....	4
2.2 <i>Proportional, Integral, Derivatif</i> (PID) .....	6
2.3 Trainer Feedback 38-025 .....	13
2.4 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) .....	18
2.5 PLC XBM-DN32S .....	20
2.6 HMI LS-XP30 .....	21
<b>BAB III METODE KEGIATAN .....</b>	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan .....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Tahap Penelitian .....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Perancangan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) .....	Error! Bookmark not defined.
3.4.1 Perancangan Rangkaian Pengontrol <i>Level</i> ..	Error! Bookmark not defined.
3.4.2 Perancangan Panel .....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Perancangan Perangkat Lunak .....	Error! Bookmark not defined.

3.6 Prinsip Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN</b>	
.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Perancangan dan Hasil Pembuatan Alat .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Hasil Perakitan Panel .....	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Hasil Pembuatan Tampilan HMI .....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pengujian dan Analisis pada Alat .....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Pengujian Sensor pada Trainer dan HMI ....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Pengujian Efek Kontrol PID .....	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>42</b>
5.1 kesimpulan .....	42
5.2 saran .....	42
5.3 Daftar Pustaka.....	43
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Perlengkapan Trainer .....	15
Tabel 3. 1 Daftar alat .....	27
Tabel 3. 2 Daftar bahan .....	28
Tabel 4. 1 Hasil pengujian Sensor pada Trainer dan HMI .....	36
Table 4. 2 Pengujian Nilai <i>Error</i> .....	37
Tabel 4. 3 Pengujian efek <i>controller</i> PID Kp:20, Ti:0, Td:0 .....	38
Tabel 4. 4 Hasil pengujian efek <i>controller</i> PID Kp:20, Ti:10, Td:5 .....	39
Tabel 4. 5 Hasil pengujian efek <i>controller</i> PID Kp:20, Ti:10, Td:5 .....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok diagram PID.....	7
Gambar 2.2 Trainer <i>Feedback</i> 38-025 .....	13
Gambar 2.3 <i>Control Valve</i> 38-541-CV .....	16
Gambar 2.4 Level Probe 38-541-LP .....	16
Gambar 2.5 <i>Programmable Display</i> 38-541-PD .....	17
Gambar 2.6 <i>Current/Pressure Converter</i> 38-541-CPC .....	17
Gambar 2.7 PLC XBM-DN32S .....	20
Gambar 2.8 HMI LS-XP30 .....	21
Gambar 2.9 <i>Power supply</i> .....	23
Gambar 2.10 MCB .....	24
Gambar 2.11 PILOT LAMP/Lampu Indikator .....	25
Gambar 2.12 Tombol <i>Emergency</i> .....	26
Gambar 3.1 Diagram alir metode kegiatan .....	29
Gambar 3.2 Rancangan pengontrol level .....	30
Gambar 3.3 Perancangan Jalur Udara Dan Air .....	30
Gambar 3.4 Perancangan panel .....	31
Gambar 3.9 <i>Flowchart</i> perangkat lunak.....	32
Gambar 3.10 Blok diagram pengendali level .....	33
Gambar 4.1 Hasil perakitan panel .....	34
Gambar 4.2 Tampilan awal HMI .....	35
Gambar 4.3 Tampilan HMI layer 2 .....	35

## SURAT PERNYATAAN

Kami bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abraham Maro / Muh. Dzaky Raihan

NIM : 323 19 001 / 323 19 013

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **Pengembangan Modul Pengaturan Level Air Pada Process Instrumentation Trainer Berbasis Programmable Logic Controller** merupakan gagasan dan hasil karya dari kami dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun. Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini. Jika pernyataan kami tersebut tidak benar, kami siap menanggung resiko yang telah ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 1 Januari 2023



Abraham Maro

NIM 323 19 001



Muh. Dzaky Raihan

NIM 323 19 013

PENGEMBANGAN MODUL PENGATURAN LEVEL AIR PADA  
*PROCESS INSTRUMENTATION TRAINER BERBASIS*  
*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*

**ABSTRAK**

Abraham Maro dan Muh.Dzaky Raihan,2022. Pengembangan Modul Pengaturan Level Air Pada *Process Instrumentation Trainer* Berbasis *Programmable Logic Controller*, Program Studi D3 Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pembimbing Dharma Aryani, S.T..M.T.,Ph.D. dan Muh. Chaerur Rijal, S.T..M.T.

Perancangan ini ditujukan sebagai pengembangan sistem yang dilakukan untuk mengontrol level air. Perancangan ini menggunakan PLC, sebagai pengontrol level air yang outputnya akan ditampilkan pada Human Machine Interface. Hasil perancangan alat ini yaitu pembuatan panel sebagai tempat pengaturan set *point* (input) dan outputnya dapat dilihat pada tampilan HMI.

Kata kunci: PLC dan HMI.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Di zaman modern ini, industri-industri modern telah menggunakan mesin-mesin yang serba otomatis. Di dunia industri, sistem otomatis sangat diminati karena dapat menjamin kualitas produk yang dihasilkan, memperpendek waktu produksi, dan mengurangi biaya untuk tenaga kerja manusia. Salah satu pengendali yang paling populer, ialah *Programable Logic Controller* (PLC). Pemantauan dan pemberian kontrol kerja dari PLC membutuhkan suatu *interface* yang menghubungkan manusia dengan teknologi. *Interface* tersebut disebut *Human Machine Interface* (HMI). HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer.

Kendali proses diperlukan pada berbagai jenis industri untuk kebutuhan produksi. *Variabel process* yang dikendalikan dapat berupa suhu, aliran, dan tekanan. Untuk itu diperlukan sistem kendali otomatis dengan metode yang tepat untuk menghasilkan produk yang berkualitas.

PID (*Proportional Integral Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu *Proportional*, *Integratif* dan *Derivatif*. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu *plant*.

Di laboratorium sistem kendali, terdapat sebuah Trainer yang dapat digunakan untuk pembelajaran sistem kendali proses. Namun, trainer tersebut untuk sementara tidak dapat digunakan dikarenakan tidak adanya software dari kontroler proses. Penelitian ini bertujuan memfungsikan kembali *Process Instrumentation Trainer* yang ada di Laboratorium sistem kendali dengan mengimplementasikan sistem kendali PLC berbasis kontrol PID untuk mengontrol *level*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis membuat sebuah “ Pengembangan Modul Pengaturan Level Air Pada *Process Instrumentation Trainer* Berbasis *Programmable Logic Controller* ” penelitian kali ini berfokuskan pada alat untuk mengontrol tekanan pada *Process Instrumentation Trainer*, dimana kontrolernya menggunakan PLC yang disimpan dalam panel listrik dan dilengkapi dengan HMI serta dapat dimonitor melalui komputer.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah tersampaikan diatas, maka rumusan masalah yang akan di bahas yaitu:

1. Bagaimana mengfungsikan *Process Instrumentantation Trainer* 38025 yang telah tersedia di Laboratorium sistem kendali untuk pengaturan *level* ?
2. Bagaimana menerapkan PLC sebagai *kontroler prosess* pengganti *Process Controller* 38-541-PC?
3. Bagaimana cara memonitor pengendali *level* pada *Process Instrumantation Trainer* 38-025 menggunakan HMI?

### **1.3 Ruang Lingkup Kegiatan**

1. PLC yang digunakan adalah jenis XBM-DN32S
2. Sistem kendali yang diterapkan yaitu kontrol *Proportional, Integratif* dan *Derivatif* (PID)
3. Variabel proses yang dikontrol adalah *level* yang dapat dimonitor dengan HMI.

### **1.4 Tujuan Kegiatan**

1. Mengfungsikan kembali *process instrumentation trainer* 38-025 dengan sistem kendali untuk pengaturan level.
2. Menerapkan PLC pada *process instrumentation trainer* 38-025 sebagai kontroler process pengganti process controller 38-541-PC.
3. Mengaplikasikan PLC pada *process instrumentation trainer* 38-025 berbasis kontrol PID dan memonitor pengendali level pada *process instrumentation Trainer*

### **1.5 Manfaat Kegiatan**

Maanfaat yang diharapkan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah trainer yang dibuat dapat difungsikan kembali dalam proses belajar dan mengajar dan dapat dijadikan referensi dalam mengaplikasikan sistem kendali pada proses industri.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Studi Literatur

Penelitian tentang sistem kendali level sebelumnya telah dilakukan dengan judul “Sistem Kendali Level Ketinggian Air Dengan *Controller* PID Menggunakan Arduino Mega 2560 Dan Antar muka *Visual Basic* 6.0”. Alat ini menggunakan *Controller* PID untuk mengendalikan ketinggian air agar terjaga pada nilai set point yang diinginkan. Arduino Mega2560 sebagai pusat kontrol serta pemroses data, sensor ultrasonik untuk mendeteksi level ketinggian air pada tangki, hasil pendektsian level ketinggian air oleh *sensor ultrasonik* diolah oleh arduino dan selanjutnya keluaran controller PID menghasilkan keluaran berupa PWM akan menggerakkan bukaan katup pada *solenoid valve* yang akan mengeluarkan air hingga mencapai nilai *setpoint* yang di inginkan. PC digunakan untuk menampilkan data dalam bentuk grafik level ketinggian air secara *realtime* melalui aplikasi *visual basic* 6.0. Nilai parameter PID yang digunakan pada penelitian ini adalah  $k_p=30$ ,  $k_i=3$ ,  $k_d=0,0005$ . Hasil pengujian alat sistem kendali ini menunjukkan bahwa alat ini sudah bekerja sesuai dengan rancangan yang diinginkan,

Menurut penelitian yang dilakukan dengan judul “Rancang Bangun System Kendali Level Air Berbasis *Programmable Logic Controller* Dan *Human Machine Interface*”. Level/ ketinggian air adalah objek yang akan dikendalikan. Suplai air diatur oleh pompa air DC yang terdiri atas pompa *inlet* dan pompa *outlet*. Sedangkan untuk sensor ketinggian air menggunakan *sensor ultrasonic* HC-SR04. Untuk memudahkan

pengoperasian PLC, PLC dapat dikombinasikan dengan HMI yang mana terhubung di dalam jaringan dengan PLC. Untuk aplikasi jangka panjang, rancang bangun sistem kendali level air berbasis PLC FX3U dan HMI dapat difungsikan sebagai media pembelajaran di kelas pada mata kuliah yang berkaitan dengan elektronika industri, PLC, maupun mata kuliah lain. Berdasarkan pengujian dengan menggunakan kontroler PID di dalam PLC, diperoleh hasil bahwa ketinggian air dapat dikendalikan dengan eror rata-rata sebesar 3%. Nilai tersebut disebabkan karena perilaku dinamik air.

Penelitian yang dilakukan dengan judul “Perancangan System Kendali Dan Monitoring Level Air Berbasis Mikrokontroler Atmega16”. alat ini akan bekerja mengendalikan level secara otomatis maupun secara manual. Sistem ini bekerja untuk menghidupkan atau mematikan pompa air, serta membuka dan menutup *solenoid valve*. Untuk menentukan persentase level air di tentukan dengan inputan nilai dari keypad, hasil akan ditampilkan di LCD (*Liquid Crystal Display* ) dan computer dengan kabel RS 232. *Sensor ultrasonik* berfungsi sebagai alat utama untuk mengetahui ketinggian air pada bak penampungan disertakan dengan rangkaian *relay* sebagai saklar otomatis untuk mesin pompa air dan *solenoid valve*. Hasil pengujian menunjukkan, sistem kendali dan monitoring level dapat melakukan pengisian air secara otomatis dan manual pada saat bak penampungan air dan menghentikan proses pengisian pada saat air mencapai ketinggian yang telah di tentukan oleh *keypad* berupa *set value* serta di tampilkan di LCD berupa set point, sehingga memudahkan dalam mengontrol persediaan air.

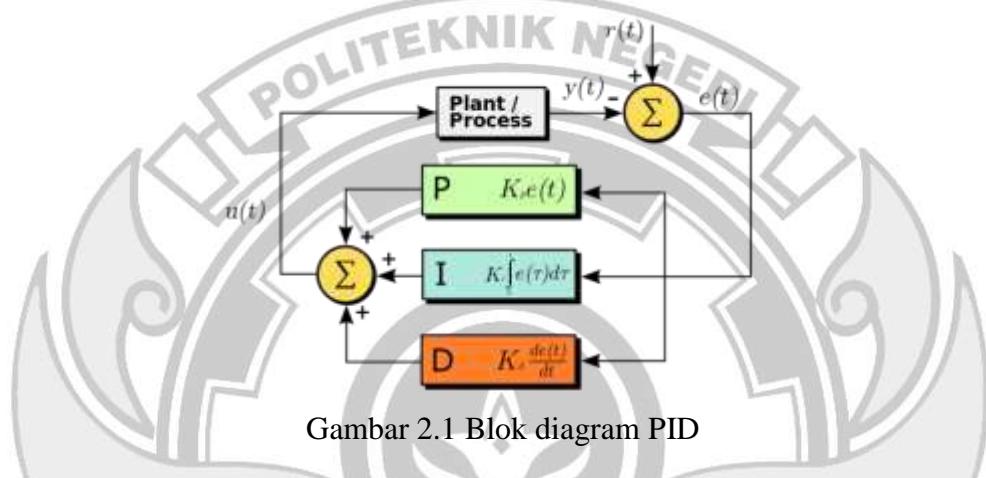
Telah banyak penelitian yang dilakukan dalam hal pengendalian level berbasis PLC, namun pada penelitian yang kami lakukan pengendalian level pada *process instrumentation trainer* berbasis PLC menggunakan modul PLC XBM-DN32S yang dapat dikontrol melalui *interface* HMI yang didesain untuk memudahkan dalam memantau proses pengendalian level.

## 2.2 *Proportional, Integral, Derivatif (PID)*

PID (*Proportional–Integral–Derivative controller*) merupakan kontroler untuk menentukan presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut. Pengontrol PID adalah pengontrol *konvensional* yang banyak dipakai dalam dunia industri. Pengontrol PID akan memberikan aksi kepada *Control Valve* berdasarkan besar error yang diperoleh. *Control valve* akan menjadi *aktuuator* yang mengatur aliran *fluida* dalam proses industri yang terjadi Level air yang diinginkan disebut dengan Set Point. *Error* adalah perbedaan dari *Set Point* dengan level air aktual. Ada beberapa cara untuk menentukan nilai  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ . Salah satunya adalah dengan cara *tunning* nilainya satu persatu. dimulai dengan nilai  $K_p$  (*Gain proporsional*) terlebih dahulu, hal ini dikarenakan kita perlu mencari respon sistem yang paling cepat dengan cara meminimalkan nilai *rise time*, jangan memberikan nilai  $K_p$  terlalu besar atau terlalu kecil. Setelah respon dirasa cukup tepat hal selanjutnya yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan nilai pada  $K_d$  (*Gain Derivatif*), hal ini bertujuan untuk mengecilkan nilai *amplitudo* sehingga *osilasi* dapat diredam atau bahkan dihilangkan. Kemudian proses terakhir pada *tunning* nilai *Gain* adalah dengan

mencari nilai  $K_i$  (*Gain Integral*), tunning  $K_i$  diperlukan jika kondisi sistem memiliki *steady state error*, yakni terjadi selisih antara nilai *set point* dengan nilai sistem saat mencapai kondisi *steady state*.

PID Blok Diagram dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 2.1 Blok diagram PID

Sumber : (Putraekapermana, 2013)

Adapun persamaan Pengontrol PID adalah :

$$mv(t) = k_p \left( e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^1 e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right)$$

**Keterangan :**

$mv(t)$  = output dari pengontrol PID atau *Manipulated Variable*

$K_p$  = konstanta Proporsional

$T_i$  = konstanta Integral  $T_d$  = konstanta Detivatif  $e(t) =$

error (selisih antara set point dengan level aktual)

Persamaan Pengontrol PID diatas dapat juga dituliskan sebagai berikut

$$mv(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

Dengan :

$$K_i = K_p \times \frac{1}{T_i} \text{ dan } K_d = K_p \times T_d$$

Untuk lebih memaksimalkan kerja pengontrol diperlukan nilai batas minimum dan maksimum yang akan membatasi nilai *Manipulated Variable* yang dihasilkan.

Komponen kontrol PID ini terdiri dari tiga jenis yaitu *Proportional, Integratif* dan *Derivatif*. Ketiganya dapat dipakai bersamaan maupun sendiri-sendiri tergantung dari respon yang kita inginkan terhadap suatu plant.

a. Kontrol Proporsional

Kontrol P jika  $G(s) = kp$ , dengan  $k$  adalah *konstanta*. Jika  $u = G(s) \cdot e$  maka  $u = K_p \cdot e$  dengan  $K_p$  adalah *Konstanta Proporsional*.  $K_p$  berlaku sebagai *Gain* (penguat) saja tanpa memberikan efek dinamik kepada kinerja kontroler. Penggunaan kontrol P memiliki berbagai keterbatasan karena sifat *kontrol* yang tidak dinamik ini. Walaupun demikian dalam aplikasi-aplikasi dasar yang sederhana kontrol P ini cukup mampu untuk memperbaiki *respon transien* khususnya *rise time* dan *settling time*. *Pengontrol proporsional* memiliki keluaran yang sebanding/*proporsional* dengan besarnya sinyal kesalahan (selisih antara besaran yang diinginkan dengan harga aktualnya).

Ciri-ciri *pengontrol proporsional* :

1. Jika nilai  $k_p$  kecil, *pengontrol proporsional* hanya mampu melakukan koreksi kesalahan yang kecil, sehingga akan menghasilkan respon sistem yang lambat (menambah *rise time*).
2. Jika nilai  $k_p$  dinaikkan, *respon/tanggapan* sistem akan semakin cepat mencapai keadaan mantapnya (mengurangi *rise time*).
3. Namun jika nilai  $k_p$  diperbesar sehingga mencapai harga yang berlebihan, akan mengakibatkan sistem bekerja tidak stabil atau respon sistem akan *berosilasi*.
4. Nilai  $k_p$  dapat diset sedemikian sehingga mengurangi *steady state error*, tetapi tidak menghilangkannya.

b. Kontrol Derivatif

Pengontrol *Integral* berfungsi menghasilkan respon sistem yang memiliki kesalahan keadaan mantap nol (*Error Steady State = 0*). Jika sebuah pengontrol tidak memiliki unsur *integrator*, pengontrol *proporsional* tidak mampu menjamin keluaran sistem dengan kesalahan keadaan mantapnya nol.

Jika  $G(s)$  adalah *kontrol I* maka u dapat dinyatakan sebagai:

$$U = [(t) \int e(t)dt].k_i$$

dengan  $K_i$  adalah *konstanta Integral*, dan dari persamaan di atas,  $G(s)$  dapat dinyatakan sebagai  $u=Kd.[\delta e/\delta t]$  Jika  $e(T)$  mendekati konstan (bukan nol) maka  $u(t)$  akan menjadi sangat besar sehingga diharapkan dapat memperbaiki error. Jika  $e(T)$  mendekati nol maka *efek kontrol I* ini semakin kecil. Kontrol I dapat memperbaiki sekaligus menghilangkan respon *steady-state*, namun pemilihan  $k_i$  yang

tidak tepat dapat menyebabkan *respon transien* yang tinggi sehingga dapat menyebabkan ketidakstabilan sistem. Pemilihan  $k_i$  yang sangat tinggi justru dapat menyebabkan output *berosilasi* karena menambah *orde system*.

Keluaran pengontrol ini merupakan hasil penjumlahan yang terus menerus dari perubahan masukannya. Jika sinyal kesalahan tidak mengalami perubahan, maka keluaran akan menjaga keadaan seperti sebelum terjadinya perubahan masukan. Sinyal keluaran pengontrol integral merupakan luas bidang yang dibentuk oleh kurva kesalahan / *error*.

Ciri-ciri pengontrol integral :

1. Keluaran pengontrol *integral* membutuhkan selang waktu tertentu, sehingga pengontrol *integral* cenderung memperlambat *respon*.
2. Ketika sinyal kesalahan berharga nol, keluaran pengontrol akan bertahan pada nilai sebelumnya.
3. Jika sinyal kesalahan tidak berharga nol, keluaran akan menunjukkan kenaikan atau penurunan yang dipengaruhi oleh besarnya sinyal kesalahan dan nilai  $k_i$ .
4. Konstanta *integral*  $k_i$  yang berharga besar akan mempercepat hilangnya *offset*.

Tetapi semakin besar nilai konstanta  $k_i$  akan mengakibatkan peningkatan *osilasi* dari sinyal keluaran pengontrol.

#### c. Kontrol Integral

Keluaran pengontrol *diferensial* memiliki sifat seperti halnya suatu operasi *derivatif*. Perubahan yang mendadak pada masukan pengontrol akan mengakibatkan perubahan yang sangat besar dan cepat. Ketika masukannya tidak mengalami

perubahan, keluaran pengontrol juga tidak mengalami perubahan, sedangkan apabila sinyal masukan berubah mendadak dan menaik (berbentuk fungsi *step*), keluaran menghasilkan sinyal berbentuk *impuls*. Jika sinyal masukan berubah naik secara perlahan (fungsi *ramp*), keluarannya justru merupakan fungsi *step* yang besar *magnitudenya* sangat dipengaruhi oleh kecepatan naik dari fungsi *ramp* dan *factor konstanta*  $k_d$ .

Sinyal kontrol  $u$  yang dihasilkan oleh kontrol D dapat dinyatakan sebagai  $G(s) = s \cdot K_d$ . Dari persamaan di atas, nampak bahwa sifat dari kontrol D ini dalam *konteks* “kecepatan” atau *rate* dari *error*. Dengan sifat ini ia dapat digunakan untuk memperbaiki *respon transien* dengan memprediksi *error* yang akan terjadi. *Kontrol Derivative* hanya berubah saat ada perubahan *error* sehingga saat *error statis* kontrol ini tidak akan bereaksi, hal ini pula yang menyebabkan *kontroler Derivative* tidak dapat dipakai sendiri.

Ciri-ciri *pengontrol derivatif*:

1. Pengontrol tidak dapat menghasilkan keluaran jika tidak ada perubahan pada masukannya (berupa perubahan sinyal kesalahan)
2. Jika sinyal kesalahan berubah terhadap waktu, maka keluaran yang dihasilkan pengontrol tergantung pada nilai  $K_d$  dan laju perubahan sinyal kesalahan.
3. *Pengontrol diferensial* mempunyai suatu karakter untuk mendahului, sehingga pengontrol ini dapat menghasilkan koreksi yang signifikan sebelum pembangkit kesalahan menjadi sangat besar. Jadi *pengontrol diferensial* dapat

mengantisipasi pembangkit kesalahan, memberikan aksi yang bersifat *korektif* dan cenderung meningkatkan stabilitas sistem.

4. Dengan meningkatkan nilai Kd, dapat meningkatkan stabilitas sistem dan mengurangi *overshoot*.

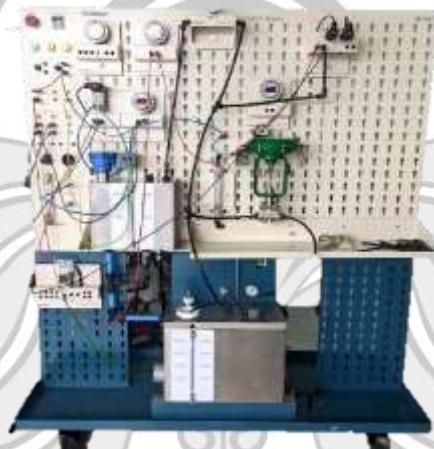
Berdasarkan karakteristik pengontrol ini, *pengontrol diferensial* umumnya dipakai untuk mempercepat respon awal suatu sistem, tetapi tidak memperkecil kesalahan pada keadaan tunaknya. Kerja *pengontrol diferensial* hanyalah *efektif* pada lingkup yang sempit, yaitu pada periode peralihan. Oleh sebab itu pengontrol *diferensial* tidak pernah digunakan tanpa ada kontroler lainnya. Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing-masing pengontrol P, I dan dapat saling menutupi dengan menggabungkan ketiganya secara paralel menjadi pengontrol *proporsional plus integral plus* diferensial (pengontrolPID). Elemen-elemen pengontrol P, I dan D masing-masing secara keseluruhan bertujuan :

1. mempercepat reaksi sebuah sistem mencapai *set point*-nya
2. menghilangkan *offset*
3. menghasilkan perubahan awal yang besar dan mengurangi *overshoot*.

Karakteristik pengontrol PID sangat dipengaruhi oleh kontribusi besar dari ketiga parameter P, I dan D. Penyetelan konstanta Kp, Ki dan Kd akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing-masing elemen. Satu atau dua dari ketiga konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol disbanding yang lain. *Konstanta* yang menonjol itulah akan memberikan *kontribusi* pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan

PID *Controller* adalah *controller* yang penting yang sering digunakan dalam industri. Sistem pengendalian menjadi bagian yang tidak bisa terpisahkan dalam proses kehidupan ini khususnya dalam bidang rekayasa industri, karena dengan bantuan sistem pengendalian maka hasil yang diinginkan dapat terwujud. Sistem pengendalian dibutuhkan untuk memperbaiki tanggapan sistem dinamik agar didapat sinyal keluaran seperti yang diinginkan. Sistem kendali yang baik mempunyai tanggapan yang baik terhadap sinyal masukan yang beragam.

### 2.3 Trainer *Feedback* 38-025



Gambar 2.2 Trainer *Feedback* 38-025

Alat proses modern menjadi semakin kompleks dan berfungsi sangat penting. Untuk menampakkan ke siswa ke alat ini dan memberikan pengalaman dalam pemilihan dan pemanfaatan masukan yang sudah di rancang ke trainer proses instrumentasi. Sensor, actuator dan PC *programmable* adalah tipe unit industri. Sistem trainer telah di desain khusus untuk memberikan siswa pengalaman langsung dalam mengatur, mengkalibrasi dan menggunakan trainer ini. Pemahaman yang diperoleh

melalui ajaran pada alat ini diperluas ke aplikasi dalam proses kontrol melalui kegunaan dari *Dual PID controller 38-541 – PC*.

Salah satu fitur utama dari pengontrol beroperasi dengan PC dan menyediakan sistem fungsi grafik sedemikian rupa yang reaksi ke gangguan sistem dan perubahan parameter dapat diamati. Data dari sistem reaksi, pengaturan parameter yang tersedia untuk ekspor ke lembar kerja program. Berdasarkan dari *mobile trolley* yang menggabungkan semua kelistikan, air (termasuk pemanas air) dan kontrol udara. Sistem ini menyediakan unit yang sepenuhnya mandiri.

### **2.3.1 Proses instrumentasi untuk modul**

Sebagian besar modul ditampilkan di halaman awal dapat disimpan di depan servis proses instrumentasi 38-540 dibawah lubang kunci area konstruksi di depan panel. Standar industri kontrol *valve* tersedia yang membuka dengan tekanan angin dari aliran, dan menutup dengan pegas. Prinsip operasi dan pengendali fitur pada tipe *valve* harus diperiksa.

Instrumen *display* dan *transmitter* dapat di program sehingga dapat digunakan untuk mengukur unit seperti suhu, liter/menit dan sebagainya. Alat ini dapat mengambil alat individu, memeriksa karakteristik, kalibrasi, di tes dan di konfigurasi.

Proses simpel untuk level, aliran, temprature dan tekanan harus di konstruksi  
Perlengkapan Trainer proses instrumentasi 38-025 terdiri dari:

Table 2. 1 Perlengkapan Trainer

<i>Process Controller</i>	38-541 – PC
<i>Current Loop Resistor</i>	38-541 – CLR
<i>Current/Pressure Converter</i>	38-541 – CPC
<i>Control Valve</i>	38-541 – CV
<i>Pressure Transmitter</i>	38-541 – PT
<i>Flow Meter</i>	38-541 – FM
<i>Frequency Transmitter</i>	38-541 – FT
<i>Level Probe</i>	38-541 – LP
<i>Manual Valve</i>	38-541 – MV
<i>Orifice Block</i>	38-541 – OB
<i>Programmable Display</i>	38-541 – PD
<i>Pulse Flow Sensor</i>	38-541 – PFS
<i>Pressure Gauge</i>	38-541 – PG
<i>Programming Equipment</i>	38-541 – PE
<i>Solenoid Valve</i>	38-541 – SV
<i>Temprature Probe</i>	38-541 – TP
<i>Temprature Transmitter</i>	38-541 – TT
<i>Universal Transmitter</i>	38-541 - UT

### 2.3.2 Control Valve



Gambar 2.3 Control Valve 38-541-CV

Valve ini menggunakan tekanan angin untuk membuka dan pegas untuk menutup, air masuk ke bagian bawah *diagfragma*. Alat ini membutuhkan tekanan 3 sampai 15 psi, yang sesuai dengan *valve* kondisi menutup sepenuhnya saat 3 psi, dan terbuka sepenuhnya saat 15 psi dengan rentang linier.

### 2.3.3 Level Probe



Gambar 2.4 Level Probe 38-541-LP

*Level* indikator diposisikan dalam proses tanki yang menghasilkan 4-20 mA arus proporsi untuk level air di tanki. Sebelum mengukur, level probe harus di kalibrasi agar 4 mA dan 20 mA menunjukkan kedalaman air sesuai dengan 0 liter dan 8 liter, di tabung skala yang terletak di depan tanki proses.

### 2.3.4 Programmable Display



Gambar 2.5 Programmable Display 38-541-PD

Display ini menggunakan program manual untuk menampilkan data satuan ukur yang ingin digunakan dan mengatur rentang ukur dan *zero over* yang jumlahnya bervariasi. Masukan yang diinginkan adalah sumber arus dari 4-20 mA. Untuk menghubungkan kuantitas terukur ini dengan display harus diatur menggunakan tiga *pushbutton* di sisi sebaliknya pada *display*.

### 2.3.5 Current/ Pressure Converter 38-541-CPC



Gambar 2.6 Current/Pressure Converter 38-541-CPC

Converter arus ke tekanan adalah *electro-pneumatic transduser* yang mengubah sinyal elektrik ke output proporsi tekanan. kontrol tekanan ini diatur dari

4 – 20 mA sumber input. Di haruskan menyediakan dengan angin bertekan 20 *psi* atau 5 *psi* lebih dari maksimum tekanan terkontrol yang sesuai. Alat ini digunakan untuk mengontrol *valve*, yang bergantung dengan tekanan angin untuk mengatur lewatnya proses cairan melalui *valve*.

#### 2.4 *Programmable Logic Controller (PLC)*

*Programmable Logic Controller (PLC)* adalah perangkat elektronika yang mengontrol proses sinyal input dan output (digital/ analog) sebuah mesin. PLC (*Programmable logic controller*) memiliki kontrol program untuk menganalisa sinyal input yang kemudian mengatur kondisi output sesuai dengan keinginan user. Kondisi input pada PLC disimpan didalam sebuah *memory* dimana PLC melakukan instruksi logika yang di program mengikuti kondisi inputan tersebut. Peralatan input biasanya berupa sensor *photo elektrik*, push button pada panel kontrol, *limit switch* dan juga peralatan elektronika lainnya yang dapat menghasilkan suatu sinyal untuk masuk dan diproses ke dalam PLC.

Peralatan output umumnya berupa *switch* yang menyalakan lampu *indikator*, *relay* yang menggerakkan motor dan juga peralatan lain yang bisa digerakkan oleh sinyal output dari sebuah PLC. Agar mudah mengenali dan memahami pengertian PLC, Anda perlu mengerti konsep yang dipakai didalamnya. Simak daftar berikut untuk penjelasan lebih detail :

1. *Programmable*

PLC menerapkan konsep *programmable* yaitu dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Inilah alasan mengapa tipe PLC tidak mudah dikenali kecuali cek langsung fungsi dan tugasnya. Para *developer* dan operator akan bekerjasama merumuskan program yang sesuai agar penerapan lebih *efisien*.

## 2. *Logic*

Bagian penting dari PLC adalah *logic* atau logika. menggunakan Bahasa Program PLC yang mampu memberikan kerja sesuai algoritma. PLC memakai *operasional* logika yang sudah umum dan konsep dasarnya sering muncul di sekolah. Tentu saja, sistem yang diterapkan PLC dapat lebih *kompleks* jika kerja yang dibutuhkan memang rumit. Secara umum, proses pengembangan PLC sengaja didesain dengan sedikit perintah agar kerja lebih optimal. Hal ini sesuai dengan tugas mesin yang memang melakukan kegiatan yang sekuensial. Mesin tersebut melakukan hal yang sama berulang kali serta mudah diprediksi algoritma logika yang harus digunakan.

## 3. *Controller*

Prinsip selanjutnya adalah *controller* sebagai hasil akhir dari logika dan program. PLC dibuat agar mampu mengelola mesin untuk mengerjakan sesuatu. Semakin kompleks mesin tersebut maka fungsi *controller* bertambah luas.

## 2.5 PLC XBM-DN32S



Gambar 2.7 PLC XBM-DN32S

Sumber : (Gilangrheny, 2011)

PLC XGB tipe XBM-DN32S dilengkapi dengan *port* khusus yaitu *expansion connector*. Dengan *connector* ini memungkinkan PLC dapat dihubungkan ke *expansion modul* PLC XGB Series lainnya. Bila PLC digunakan secara bersama-sama dalam satu rangkaian, maka pengadresan I/O pada setiap module arus ditetapkan sedemikian rupa sehingga dapat membaca dari input module dan kemudian output data ke output module. Ada *fixed point* yang dapat dialokasikan pada setiap modul untuk I/O point.

Ada dua fungsi komunikasi internal, yaitu *Dedicated Communication* dan *User define Communication*. PLC XGB type XBM-DN32S mempunyai *Built-in Cnet communication function*, sehingga memungkinkan melakukan komunikasi dengan berbagai piranti *eksternal* tanpa menggunakan modul *Cnet I/F* terpisah. Dengan menggunakan *LSIS's dedicated protocol*, para pengguna (user) dapat membaca (*read*), menulis (*write*) dan memonitor piranti memory PLC XGB type XBM-DN32S.

Dibawah ini adalah salah satu contoh *connection dari dedicated communication*. *Built-in Cnet PLC XGB type XBM-DN32S* dapat mendukung beberapa fungsi sebagai berikut:

- a. *Read single/continuous device*
- b. *Write single/continuous device*
- c. *Read the CPU status*
- d. *Register monitoring device*
- e. *Execute monitoring*
- f. *1:1 connection between LS PLCS*

## 2.6 HMI LS-XP30



Gambar 2.8 HMI LS-XP30

*Sumber : (Ultiman, n.d.)*

*Human Machine Interface (HMI)* adalah suatu sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. Sistem HMI sebenarnya sudah cukup popular di

kalangan industri. Pada umumnya HMI berupa komputer dengan *display* di *Monitor CRT/LCD* dimana kita bisa melihat keseluruhan sistem dari layar tersebut. Layaknya sebuah komputer, HMI biasanya dilengkapi dengan *keyboard* dan *mouse* dan juga bisa berupa *touch screen*. Tujuan dari HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar komputer serta memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem yang sedang berlangsung.

Terdapat banyak cara untuk membuat sebuah tampilan HMI seperti dengan aplikasi *Visual Studio* hingga dengan *Hardware Touch Screen Panel*. HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi mesin yang berupa video, grafik, lampu dan lainlain. Dimana pada tampilan tersebut *operator* dapat melihat parameter suatu sistem yang sedang beroperasi. HMI dalam industri berupa sebuah tampilan layar komputer yang akan dihadapi oleh operator mesin maupun pengguna yang ingin mendapatkan data kerja mesin. Dalam penerapannya di *industry Touch Screen Panel* HMI lebih umum digunakan, karena kemudahan dalam pemrograman dan ketahanannya di lingkungan kerja *industry*.

## 2.7 Power supply



Gambar 2.9 Power supply

Sumber : (Risettya, 2022)

*Power supply* adalah komponen yang memasok daya ke satu atau lebih beban listrik. *Power supply* mengubah tegangan Ac menjadi daya DC. Proses ini mengirim tegangan yang tidak teratur atau tidak stabil yang dihasilkan dari *power supply*. Tetapi, untuk menghasilkan daya yang bisa diatur, butuh perangkat untuk mengatur tegangan seperti transformator. Pada dasarnya, fungsi *power supply* bisa dijumpai di semua model dengan fitur tambahan tergantung jenis perangkat.

Fungsi *power supply* yang biasa di jumpai Diantaranya:

- a. Dapat menaikkan atau menurunkan tegangan, dengan trafo bisa mengubah tegangan menjadi *AC/DC* sesuai kebutuhan.
- b. Menyediakan beberapa metode pembagian tegangan untuk memenuhi kebutuhan peralatan listrik.
- c. Mengubah tegangan *AC* ke tegangan *DC* dengan penyearah setengah gelombang atau gelombang penuh.

- d. Menyaring tegangan *DC non* stabil ke tegangan stabil DC untuk kebutuhan peralatan.
- e. Mengatur *output power supply* secara proporsional dengan beban yang diterapkan.

## 2.7 Miniatur Circuit Breaker

Gambar 2.10 MCB

Sumber : (Astuti, 2021)

MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) merupakan komponen dalam instalasi listrik rumah tinggal yang memiliki peran sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubungan singkat arus listrik (*short circuit* atau korsleting).

MCB sendiri memainkan peran penting dalam hal proteksi arus lebih dan juga sebagai alat saklar pada jaringan listrik. MCB merupakan alat yang didesain untuk mengisolasi rangkaian dari gangguan arus lebih seperti *overload* (beban lebih) dan *short circuit* (hubungan singkat). Selain itu, MCB juga merupakan alat pemutus yang sangat baik digunakan untuk mendeteksi besaran arus lebih. Seperti halnya pada *Thermostat Load Relay*, MCB memiliki *Bimetalic*; elemen jika terkena panas akan memuai secara langsung maupun tidak langsung yang diakibatkan dengan adanya arus

mengalir, alat *Bimetalic* ini dibuat dan direncanakan sesuai dengan ukuran standar (arus nominal MCB), di mana dalam waktu yang sangat singkat dapat bekerja sehingga rangkaian beban terlindungi. Sementara itu, MCB juga dilengkapi dengan *magnet tripping* yang bekerja secara cepat pada beban lebih atau arus hubung singkat yang besar, juga dioperasikan secara manual dengan menekan tombol. Secara garis besar MCB memiliki dua fungsi yaitu sebagai berikut:

- a. Membatasi penggunaan listrik,
- b. Mematikan listrik apabila terjadi hubungan singkat (korslet),

## 2.8 *Pilot Lamp*



Gambar 2.11 PILOT LAMP/Lampu Indikator

Sumber : (Arga, n.d.)

Lampu *indikator* adalah lampu yang berfungsi untuk memberikan tanda khusus kepada operator. Pilot lamp berperan sebagai lampu indikator, yakni lampu indikasi sebagai tanda adanya tegangan listrik yang mengalir pada panel tersebut. Biasanya pilot lamp akan menyala bila terdapat arus listrik yang mengalir pada panel. Berikut adalah kode warna lampu pada pilot lampu beserta penggunaannya :

1. Lampu berwarna kuning merupakan fasa R
2. Lampu berwarna merah merupakan fasa S
3. Lampu berwarna hijau merupakan fasa T

Lampu indikator pada alat ini memiliki fungsi yang dimana:

- a. Lampu indikator merah berfungsi sebagai tanda adanya aliran listrik yang masuk.
- b. Lampu indikator hijau berfungsi sebagai panel siap beroprasi.

### **2.9 Emergency Stop**



Gambar 2.12 Tombol *Emergency*

*Sumber :*(Arga, n.d.)

*Emergency stop* merupakan sebuah komponen penting dimana berfungsi sebagai pemutus aliran listrik pada keadaan darurat. Dalam penggunaannya pada kondisi darurat cukup ditekan saja maka semua aliran listrik yang ada akan otomatis terputus. Untuk mengembalikan posisi normal, cukup memutarkannya ke arah kanan atau searah jarum jam.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengembangan dan pengujian pada trainer instrumentation berbasis PLC dengan kontrol PID, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. *Process instrumentation Trainer 38-025* mampu difungsikan kembali dengan sistem kendali untuk pengaturan *level*.
2. *Process Instrumentation Trainer 38-025* mampu menerapkan PLC sebagai *kontroler process* pengganti *Process Controller 38-541-PC*
3. *Process Instrumentation Trainer 38-025* mampu mengaplikasikan PLC berbasis kontrol PID dan memonitor pengendali *level* pada *Process instrumentation Trainer*.

### **5.2 Saran**

1. Dapat dikembangkan menggunakan kontroler yang lain selain PID
2. Merancang tampilan layer HMI agar tampilannya terlihat jelas dan menarik

## DAFTAR PUSTAKA

Arga. (n.d.). *PANEL LISTRIK : Pengertian, Fungsi, Komponen dan Jenisnya.* <https://pintarelektrik.com/painel-listrik/>

Astuti, novi fuji. (2021). *mengenal fungsi mcb pada instalasi listrik, berikut pengertian dan jenisnya.* <https://www.merdeka.com/jabar/mengenal-fungsi-mcb-pada-instalasi-listrik-berikut-pengertian-dan-jenisnya-kln.html>

Gilangrheny. (2011). *PENGENALAN PERANGKAT KERAS PENGENALAN PERANGKAT KERAS.*

Putraekapermana. (2013). *PID (Proportional-Integral-Derivative) Controller.*

Risettya, D. (2022). *No TitleApa Itu Power Supply? Pengertian, Cara Kerja, Fungsi, 3 Komponen, dan Jenisnya.* <https://www.ekrut.com/media/fungsi-power-supply>

Ultiman, A. (n.d.). *HMI (Human Machine Interface).* <https://ultimansukses.com/hmihuman-machine-interface-adalah/>



# LA M P I R A N





## Process Instrumentation Trainer

38-025



### Features

- Totally self contained with all power supplies and fluid sources
- Industrial control devices and sensors
- PC programmable devices
- Modular and versatile
- Allows calibration and testing of process transmitters
- 4-20mA current loops
- Mobile wheeled trolley
- Fully developed curriculum
- PID controller



Process Controller 38-541-PC

### Description

Modern process devices are becoming increasingly complex and functionally very powerful. To expose students to these devices and give them experience in the selection and utilisation of them Feedback has designed this Process Instrumentation Trainer.

The sensors, actuators and PC programmable devices are all typical industrial units. The training system has been specifically designed to give students hands-on experience of setting-up, calibration & use of such devices.

The knowledge gained through the studies of these devices is extended to their application in process control through the use of a dual PID controller 38-541-PC.

One of the main features of the controller is that it operates with a PC and provides system graphing functions, such that responses to system disturbances and parameter changes can be observed. Data from the system responses, parameter settings etc., is available for export to spreadsheet programs.

Based on a mobile trolley that incorporates all electrical, water (including a water heater) and air controls, the system provides a totally self-contained unit.

The punched front panel provides a construction area that allows devices to be fixed to it via a series of keyhole slots. The instrumentation devices are mounted on robust carriers that allow them to be located and locked onto the front panel.



### Modules for Process Instrumentation

The majority of the modules shown on the facing page can be stored on the front of the Process Instrumentation Services 38-540 below the keyhole construction area of the front panel.

A standard industrial control valve is supplied that is opened by air pressure to cause flow, and is closed by means of a spring. The principle operation and the governing features of this type of valve are investigated.

Display instruments and transmitters are programmable so that they can be used to measure units such as degrees C, litres/min etc.

It is possible to take any individual device, examine its characteristics, calibrate, test, and configure it before connecting it into a working system.

Simple process loops for level, flow, temperature and pressure may be constructed.



Accessories Kit 38-540-AK

### Process Instrumentation Services Mobile Unit 38-540

#### Electrical Supply Controls

The mains electrical supply is fed to the unit via an Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB).

There is also an emergency shut down button that removes all supplies making the unit safe.

A further three push buttons supply power to the rig, compressor and water heater.

Ancillary power connections can be made via a bank of IEC connectors fitted on the side panel of the unit.

#### Instrumentation and Control Supplies

Dual 4-20mA dc isolated current sources terminated with 4mm safety sockets.

Dual 24Vdc 70mA isolated supplies terminated with 4mm safety sockets.

Dual output 24Vdc, 1.6A supply terminated with DIN sockets.

#### Air Supply Controls

The compressor input is fed into a regulator with bourdon pressure gauge to provide two air outlets.

A variable area flow meter provides visual indication of flow rate from one of the two air outputs.



### The complete Process Instrumentation Trainer 38-025 comprises:

Process Instrumentation Services 38-540 and the following Modules:

Process Controller	38-541-PC
Current Loop Resistor	38-541-CLR
Current/Pressure Converter	38-541-CPC
Control Valve	38-541-CV
Pressure Transmitters	38-541-PT
Flow Meter	38-541-FM
Frequency Transmitter	38-541-FT
Level Probe	38-541-LP
Manual Valve	38-541-MV
Orifice Block	38-541-OB
Programmable Display	38-541-PD
Pulse Flow Sensor	38-541-PFS
Pressure Gauge	38-541-PG
Programming Equipment	38-541-PE
Solenoid Valve	38-541-SV
Temperature Probes	38-541-TP
Temperature Transmitter	38-541-TT
Universal Transmitter	38-541-UT

#### Accessories supplied with the 38-025

Accessories Kit 38-540-AK includes 4mm and DIN interconnecting leads and 25 metre coil of 10mm plastic tubing. Mobile fluid drain container and Front drain shelf.

A second air outlet is provided, direct from the compressor.

#### Variable Speed Water Pump

4-20mA input via two 4mm safety sockets to control the speed, and hence flow rate, of the water pump.

#### Reservoir

A 25 litre reservoir tank is provided with an integral water heater and water level indicator. Water is pumped from the tank to the process instruments on the keyhole panel connected via a flexible pipe with self-sealing connector. The integral pump provides flow and pressure, and its speed of operation is controlled from a 4-20mA input.

A 3kW immersion water heater is fitted to the reservoir tank quickly generating hot water for the process components. A series of safety devices protects the heater and the pump in the event of the tank being allowed to run dry.

The temperature of the water is controlled via a thermostat with a second safety cut-out providing additional over-temperature protection. In the event of either of these events arising, power is removed.

#### Process Tank

A process control tank is provided with the facilities for level and temperature sensors to be fitted.

A calibrated water volume scale with level indicator is provided.

The unit features quick connect fittings on all components to allow these to be easily connected and disconnected and to be configured into level, temperature or flow control system.

## Process Instrumentation Modules 38-541



Process Controller  
38-541-PC



Universal Transmitter 38-541-UT



Pressure Transmitters  
38-541-PT



Current/Pressure  
Converter 38-541-CPC



Frequency Transmitter 38-541-FT



Current Loop Resistor  
38-541-CLR



Solenoid Valve 38-541-SV



Pulse Flow Sensor 38-541-PFS



Pressure Gauge  
38-541-PG



Programmable Display  
38-541-PD



Temperature Transmitter  
38-541-TT



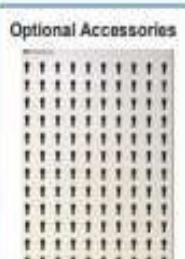
Orifice Block 38-541-OB



Manual Valve  
38-541-MV



Flowmeter  
38-541-FM



Extension Panel 38-540-EP



Display Mount 38-540-DM



Accessory  
Shelf 38-540-AS



Air Compressor 38-540-AC



Level Probe 38-541-LP



Control Valve 38-541-CV



Temperature Probes 38-541-TP



Programming Equipment  
38-541-PE

## Curriculum Coverage

### Introduction

### Familiarisation

### 4-20mA Current Loops

### 4-20mA Programmable display

Configuring units

Configuring span

### Capacitive Level Sensor and Transmitter

Process tank set up

Probe Calibration

Display of units of measure

### Temperature Sensors and Transmitter

Programming the temperature transmitter

Process tank set up

The Platinum resistance thermometer sensor, PT100

The thermocouple sensor type K

Display of units of measure

### Flow Meter and Pulse Flow Sensor

Visual flow meter

Programming the Pulse transmitter

Display of the output units

Pulsed Turbine sensor

Calibration

Extended range operation

### Introduction to Control Valves

Simple valve construction of Manual Control Valve

Air operated Process Control Valve

Valve C<sub>1</sub>

### Pressure Devices

Direct indicating pressure gauge

4-20mA Pressure Transmitter

Display of output units

### Current to Pressure (I-P) Converter

Connectivity and operation

Current/Pressure relationship

Process Valve control

### The Orifice Block

Principle of operation

Basic function - visual pressure gauge output

### Universal Transmitter

Setting up and programming

Differential Pressure Transmitter with Orifice Block

Display of output units

### Process Controller

Programming of PID controllers

Level control

Flow control

Setting-up of logic functions

## Specification

### Dimensions & Weight

Width: 1,470mm, Depth: 560mm, Height: 1,700mm approx.  
Weight: 120kg (including all modules)

### 38-023 Tender Specification

- [1] Floor standing mobile services unit.
- [2] Provides students with hands-on experience of industrial sensors and actuators.
- [3] 4-20mA current loops.
- [4] Has a punched front panel enabling devices to be fixed using keyhole slots.
- [5] Includes 17 modules.
- [6] Includes an accessories kit which includes 4mm & DIN leads and a 25m coil of 10mm plastic tubing.
- [7] To be supplied with a variable speed water pump.
- [8] To be supplied with a reservoir tank with capacity of approx. 25 litres.
- [9] To be fitted with an integral water heater of approx. 3kW.
- [10] To be supplied with a calibrated process control tank.
- [11] The mains electricity supply to be fed to the unit via an Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB).
- [12] To be fitted with an emergency shut-down button.
- [13] To be supplied with an experimental manual including experimental results.
- [14] To be supplied by a company offering a 1 year parts and labour warranty.

### Ordering Information

Process Instrumentation Trainer 38-025  
(complete with all modules and accessories)

Process Instrumentation Services Mobile Unit 38-540  
(excludes all modules 38-541 and Accessories Kit 38-540-AK)

### Optional Accessories

Extension Panel 38-540-EP

Accessory Shelf (for computer or controller) 38-540-AS

Display Mount (for laptop and VDUs) 38-540-DM

Air Compressor 38-540-AC

### Services Required

220 - 240V ac

Compressed air: 44litres/min flow @ 2 bar maximum.

### PC Requirement

For programming of smart instruments a PC with serial port and CD ROM is required. USB serial port converters for RS232 connectivity are available commercially but are not supplied by Feedback Instruments Limited.



Feedback Instruments Limited  
Park Rd, Crowborough, East Sussex,  
TN6 2QR, England

Tel: +44 (0) 1892 653322

Fax: +44 (0) 1892 663719

E-mail: [feedback@fbk.co.uk](mailto:feedback@fbk.co.uk)

Website: [www.fbk.com](http://www.fbk.com)

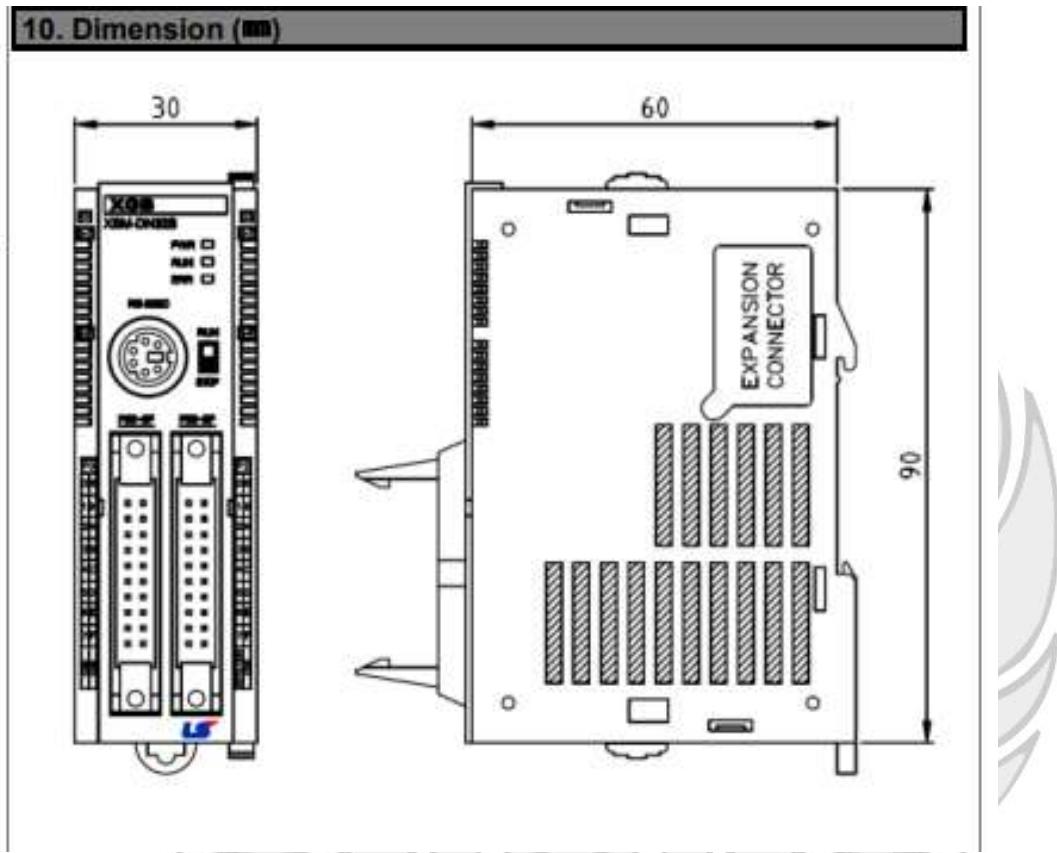
Feedback reserves the right to change these specifications without notice.

Process Instrumentation Trainer 38-025

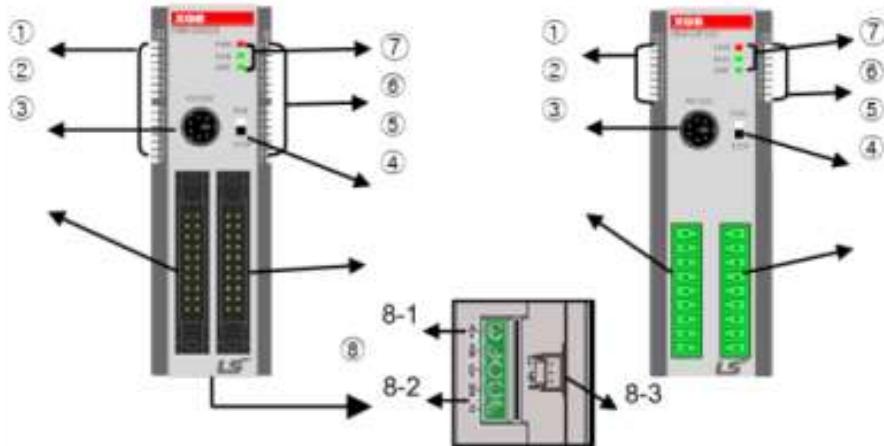
For further information on Feedback equipment please contact:

Registered in England number 0506210. A subsidiary of Feedback plc.

Printed in England by FI Ltd, Crowborough, TN6 2QR

**LAMPIRAN**

### 3. Parts Name and Descriptions



No	Name	Description
①	Input status LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicates input status.</li> </ul>
②	RS-232C Connector	<ul style="list-style-type: none"> <li>RS-232C connector to connect with external device(XG5000)</li> </ul>
③	Input connector / TB	<ul style="list-style-type: none"> <li>Input connector / Terminal Block</li> </ul>
④	Output connector / TB	<ul style="list-style-type: none"> <li>Output connector / Terminal Block</li> </ul>
⑤	RUN/STOP Mode Switch	<ul style="list-style-type: none"> <li>It sets the operation mode of XGB PLC.</li> <li>- STOP → RUN : Operation execution of program</li> <li>- RUN → STOP : Operation stop of program</li> </ul>
⑥	Output status LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicates output status</li> </ul>
⑦	Operation status LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicates the operation status of the CPU.</li> <li>- PWR(RED) : Indicates power status.</li> <li>- On : normal status</li> <li>- Off : abnormal status or off</li> <li>- RUN(GREEN) : RUN status</li> <li>- On : Run</li> <li>- Off : Stop</li> <li>- Error(RED) : Indicates an error status</li> <li>- Off : Normal</li> <li>- Flicker : An error is detected by self diagnostic during operation</li> </ul>
⑧	8-1 RS-485 Connector	<ul style="list-style-type: none"> <li>RS-485 Connector</li> <li>RS-485 Connector for "+", "-"</li> </ul>
	8-2 RS-232C Connector	<ul style="list-style-type: none"> <li>RS-232C Connector</li> <li>RS-232C Connector for "TX", "RX", "SG"</li> </ul>
	8-3 Power Connector	<ul style="list-style-type: none"> <li>Power Connector (DC24V)</li> </ul>

65,536 TFT color

4/10/20MB User memory, 128/512KB Backup memory

Ethernet & serial communications support

USB Host function to be used in various PC devices

Up to 12 languages at a time and a batch-change of languages

Offline simulations (Link to the XG5000 simulator)

**Inputs:**



Manufacturer part number is XP30-BTE/DC.

Screen size 14.5cm (5.7")

Viewing Angle Up/Down(Degree): 20/40, Left/Right(Degree): 45/45

Memory Screen data 4MB, Backup: 128KB

Connectors RS-232C 2ch(1 port for PC communication), RS-422/485 1ch, 422/485 optional mode

Operating temperature 0 °C to +50 °C

Size 181x140x56.5 mm [WxHxD]

Weight 0.62 kg

Protection class IP65(Front Water Proof Structure)