



Sistem Kontrol Proportional Integral Derivative Pada KIT Praktikum Sensor Level

Proyek Akhir

Oleh:

-Simon LQ Situmeang (3232111036)

(TEKNIK INSTRUMENTASI)

Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Batam

2024

Pernyataan Keaslian Proyek Akhir

Saya, yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Proyek Akhir saya yang berjudul: "**SISTEM KONTROL PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID) PADA KIT PRAKTIKUM SENSOR LEVEL**" adalah **karya sendiri**, diselesaikan **tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan**, dan **bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri**. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 10 Januari 2024



Simon LQ Situmeang
(3232111036)

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Ahli Madya Teknik (AMd.T.)

di

Politeknik Negeri Batam

Disusun Oleh:

Muhammad Zandra Pridi AriefBono (3232111035)

Tanggal Sidang: 10 Januari, 2024

Disetujui Oleh:

Nama Penguji I



Kamarudin. S.T., M.T., IPM

NIK: 110071

Nama Pembimbing I



Asrizal Deri Futra, S.Si., M.Si

NIK: 115133

Nama Penguji II



Aditya Gautama Darmoyono. S.T., M.T

NIK: 117180

SISTEM KONTROL PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID) PADA KIT PRAKTIKUM SENSOR LEVEL

Abstrak

Penelitian ini membahas sistem kendali untuk mengendalikan ketinggian air pada dua wadah yang dibentuk seperti tanki yang saling berhubungan. Sistem dua tanki merupakan sistem dengan tanki yang saling berkaitan, sistem ini biasa digunakan dalam industri sebagai suatu kesatuan sistem yang menampung cairan. Pada penelitian sebelumnya tidak dapat melakukan konsistensi pada level air atau disebut dengan Sistem Manual. Pada metode saat ini yang ingin dikembangkan ialah bagaimana air dapat menemukan level titik kosisten pada air, dengan kolaborasi dengan beberapa (sensor) hal ini berguna untuk perbandingan pada pengukuran level air dengan memasukkan Sensor Ultrasonik (HC-SR 04), Sensor Capacitive, Sensor pressure (P255). Cara kerja dari tangki ini dengan mengendalikan level dengan tekanan air 0-10 (Kpa) dalam satu tangki dengan kapasitansi (F) yang kontinu. Kontrol *level* digunakan untuk menjaga konsisten pada titik set *level* terhadap wadah pada ketinggian 0-40 (cm). Nilai yang diberikan sehingga mampu menerima nilai-nilai secara dinamis. Maka dari itu tujuan dari dibentuk nya KIT Praktikum *Sensor Level* ialah untuk mempermudah *user* menyimulasikan bagaimana pengontrolan air, baik dari segi *monitoring*, kontrol *system* dan pengendalian *software*.

Kata Kunci: *Level, Sensor, KIT*

PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID) CONTROL SYSTEM ON KIT SENSOR LEVEL

Abstrak

This study discusses a control system to control the water level in two interconnected containers which are like tanks. The two-tank system is a system with interconnected tanks, this system is commonly used in industry as a single system that holds liquids. In previous studies, it was not possible to make consistency at the water level or it is called the Manual System. In the current method that you want to develop is how water can find a consistent point level in water, in collaboration with several (sensors) this is useful for comparison in measuring water levels by including an Ultrasonic Sensor (HC-SR 04), Capacitive Sensor, Pressure Sensor (P255). The workings of this tank are by controlling the level with a water rate of 0-10 (Kpa) in one tank with a continuous capacitance (F). Level control is used to maintain consistency at the set point level against the container at a height of 0-40 (cm). Values are assigned so as to be able to receive values dynamically. Therefore the purpose of the Level Sensor Practicum KIT is to make it easier for users to simulate how to control water, both in terms of monitoring, system control and software control.

Kata Kunci: *Level, Sensor, KIT*

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SAW, atas rahmat, barokah, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Proyek Akhir ini. Penyusunan Proyek Akhir ini selain merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Prodi Teknik Instrumentasi Jurusan Elektro Politeknik Negeri Batam juga dimaksudkan untuk menambah wawasan di bidang Kalibrasi sensor Level. Pada kesempatan ini ijin penulis untuk mengucapkan terima kasih dan rasa hormat atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Uuf Brajawidagda, S.T., M.T., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
2. Bapak Dr. Budi Sugandi, S.T., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Elektro Politeknik Negeri Batam.
3. Bapak Kamarudin, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Program Studi Prodi Instrumentasi.
4. Bapak Asrizal Deri Futra, S.Si.M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir yang telah membimbing, memberi masukan sehingga penulis dapat lebih menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Prodi Instrumentasi, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam atas jasa-jasanya selama penulis menuntut ilmu.

Terima kasih juga penulis haturkan untuk semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan Proyek Akhir. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis.

Batam, 10 Januari 2024



Simon LQ Situmeang

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	iii
KIT PRAKTIKUM SENSOR LEVEL.....	iv
KIT PRAKTIKUM SENSOR LEVEL.....	v
Kata Pengantar	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	1
1.3. Tujuan Program.....	2
1.4. Manfaat	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. KIT Praktikum Sensor Level.....	3
2.2. Sistem Pengendali (<i>Control System</i>).....	3
2.3. Sistem Akuisis Data.....	5
2.4. Sensor	5
BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN	7
3.1. Studi Literatur	7
3.2. Perancangan dan Pembuatan Mekanikal	8
3.3. Perancangan dan Pembuatan Elektrikal.....	8
3.4. Perancangan dan Pembuatan Sistem Mikrokontroler dan <i>User Interface</i>	8
3.5. Alat dan Bahan.....	8
3.6. Pengujian Alat.....	9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1. Hasil Pengukuran Ultrasonic HC-SR04.....	12
4.2. Pengukuran Pressure Sensor.....	12
4.3. Desain <i>PID Control</i>	14

	viii
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	18
DAFTAR PUSTAKA.....	xi
A Khoirul M, A Surya W, A Kusuma D. <i>Pengendalian Dan Monitoring Level Air Pada Tangki Pemisah Dua Fasa Dengan Metode Internal Model Control</i> . Jl. Gajah Mada No. 38 Cepu, Kabupaten Blora.(2021).....	xi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Respon <i>PID Controller</i> Terhadap Perubahan Konstanta.....	3
Tabel 3.6 Estimasi Biaya Alat dan Bahan.....	8
Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik.....	11
Tabel 4.2 Pengujian sensor <i>pressure</i>	14
Tabel 4.3 Karakteristik Output yang akan diperbaiki	14
Tabel 4.4 Parameter Respon plant rill dengan setpoint 5 cm menggunakan kontroler PID.....	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 <i>Respon sistem menggunakan sistem PI</i> 4.....	4
Gambar 3.1 <i>Flowchart strategi pelaksanaan program</i> 7.....	7
Gambar3.2 <i>Desain Interface KIT Praktikum Sensor Level</i>	10
Gambar 3.3 <i>Coding Arduino Uno</i>	10
Gambar 4.1 <i>Respon Setpoint 5 cm pada PID Controller</i>	15
Gambar 4.2 <i>Respon Setpoint 5 cm pada PID Controller</i>	15
Gambar 4.3 <i>Respon Setpoint 5 cm pada PID Controller</i>	16
Gambar 4.4 <i>Respon Setpoint 5 cm pada PID Controller</i>	16
Gambar 1 <i>Desain Mekanikal KIT Praktikum Sensor Level</i>	20
Gambar 2 <i>Desain Size KIT Praktikum Sensor Level</i>	21
Gambar 3 <i>Desain Perancangan Elektrikal KIT Praktikum Sensor Level</i>	22
Gambar 4 <i>Desain Software Sistem Monitoring KIT Praktikum Sensor Level</i>	18

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

KIT (Komponen Instrumen Terpadu) merupakan semua alat dan bahan percobaan dalam pembelajaran yang mudah dan praktis digunakan. KIT dikemas dalam satu kotak yang berisi alat dan bahan yang aman dalam praktikum tanpa mengurangi tujuan praktikum tersebut. Media KIT praktikum dirancang khusus oleh peneliti dengan keunggulan yang berbeda dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yaitu KIT praktikum ini dikemas dalam bentuk kotak pengajaran berupa satu paket yang kompleks untuk percobaan keterampilan di laboratorium. KIT memuat peralatan dan bahan praktikum serta petunjuk penggunaan. Terdapat keterkaitan dengan bahan ajaran bernilai pendidikan, alat praktikum lebih efisien dan mudah digunakan. (Aida Sarita, 2020).

Seiring dengan perkembangan jaman melalui pembuatan alat system kendali untuk memudahkan pembelajaran yang terdiri dari simulasi system kendali wadah air. Maka terbentuklah KIT Praktikum Sensor Level. KIT Praktikum Sensor Level merupakan plant yang terdiri dari dua buah tangki yang dihubungkan oleh pipa atau saluran. Cara kerja dari tanki ini dengan mengendalikan level dengan tekanan air 0-10 (Kpa) dalam satu tangki dengan kapasitansi (F) yang kontinu. Kontrol level digunakan untuk menjaga konsisten pada titik set level terhadap wadah pada ketinggian 0-40 (cm). Nilai yang diberikan sehingga mampu menerima nilai-nilai secara dinamis. Maka dari itu tujuan dari di bentuk nya KIT Praktikum Sensor Level ialah untuk mempermudah user menyimulasikan bagaimana pengontrolan air, baik dari segi monitoring, kontrol system dan pengendalian software.(Rizda Oktavia,2022)

Tujuan dari mengikuti kegiatan program kreatifitas mahasiswa untuk mengembangkan KIT Praktikum Sensor Level untuk membantu mempermudah kegiatan pembelajaran bertujuan menyimulasikan suatu sistem monitoring control sistem dan pengendalian software.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan yang tercipta dari penelitian ini adalah:

1. Mahasiswa dapat mengendalikan level air dengan sistem kontrol.

2. Mahasiswa dapat merancang rangkaian sistem kontrol pada wadah.
3. Mahasiswa mengetahui level air melalui sensor yang digunakan pada KIT Praktikum Sensor Level.
4. Mahasiswa dapat menghemat efisiensi waktu dan pengoperasian alat yang mudah digunakan.

1.3. Tujuan Program

Adapun tujuan pada program ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancang *control system* pada level air
2. Dapat merancang rangkaian *control system* pada wadah
3. Dapat *memonitoring* level air pada wadah

1.4. Manfaat

Dengan adanya KIT Praktikum *Sensor level* untuk optimalisasi sistem alat monitoring pada wadah, berikut manfaat yang bisa didapatkan setelah melakukan praktikum:

1. Mengetahui level dari segi tekanan, jarak, dan kapasitansi air yang masuk pada wadah
2. Menghemat Sumber Daya Manusia (SDM) dan waktu
3. Pengisian air sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. KIT Praktikum Sensor Level

KIT Praktikum Sensor Level adalah media yang diproduksi dalam bentuk wadah sebagai unit pembelajaran, Yang tujuannya untuk mengukur ketinggian air dengan sistem control. wadah ini di bentuk seperti dua buah tangki, tangki (01) sebagai penampung dasar awal air tangki (02) sebagai tangki pengukuran.

2.2. Sistem Pengendali (*Control System*)

Sistem pengendali ini merupakan sebuah sistem yang mempertahankan sebuah nilai keluaran dari suatu variabel proses sesuai dengan yang diinginkan (set point). Tujuan dari sistem pengendalian yaitu untuk menjaga kualitas dan kuantitas suatu proses. Beberapa alasan sebuah industri memerlukan suatu sistem pengendali.

2.2.1. PID

PID Controller merupakan salah satu jenis pengatur yang banyak digunakan. Selain itu sistem ini mudah digabungkan dengan metoda pengaturan yang lain seperti *Fuzzy* dan *Robust*. Sehingga akan menjadi suatu sistem pengatur yang semakin baik Tulisan ini dibatasi pada sistem dengan *Unity Feedback System*.

PID Controller sebenarnya terdiri dari 3 jenis cara pengaturan yang saling dikombinasikan, yaitu P (Proportional) Controller, D (Derivative) Controller, dan I (Integral) Controller. Masing-masing memiliki parameter tertentu yang harus diset untuk dapat beroperasi dengan baik, yang disebut sebagai konstanta. Setiap jenis, memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, hal ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Respon *PID Controller* Terhadap Perubahan Konstanta

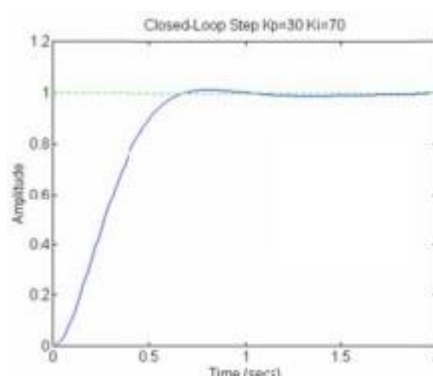
<i>Closed-Loop Response</i>	<i>Rise Time</i>	<i>Overshoot</i>	<i>Settling Time</i>	<i>SS Error</i>

<i>K_p</i>	<i>Decrease</i>	<i>Increase</i>	<i>Small change</i>	<i>Decrease</i>
<i>K_i</i>	<i>Decrease</i>	<i>Increase</i>	<i>Increase</i>	<i>Eliminate</i>
<i>K_d</i>	<i>Small change</i>	<i>Decrease</i>	<i>Decrease</i>	<i>Small change</i>

Parameter-parameter tersebut, tidak bersifat independen, sehingga pada saat salah satu nilai konstantanya diubah, maka mungkin sistem tidak akan bereaksi seperti yang diinginkan. Tabel di atas hanya dipergunakan sebagai pedoman jika akan melakukan perubahan konstanta. Untuk merancang suatu PID Controller, biasanya dipergunakan metoda trial & error dan juga metode ziegler-Nichols. Sehingga perancang harus mencoba kombinasi pengatur beserta konstantanya untuk mendapatkan hasil terbaik yang paling sederhana (Fatchul, 2020).

2.2.2. PI

P dan I *controller* memiliki karakteristik yang sama dalam hal *rise time* dan *overshoot*. Oleh karena itu, nilai K_p harus dikurangi untuk menghindari *overshoot* yang berlebihan. Nilai K_i diambil lebih besar dari K_p , karena diinginkan untuk meniadakan *steady state error*. Jika $K_p > K_i$, maka *steady state error*nya tidak dapat dihilangkan.



Gambar 2.2 Respon sistem menggunakan sistem PI

Dapat terlihat bahwa rise time sistem menurun, dengan overshoot yang kecil, serta steady state error dapat dihilangkan.(Fatchul Arifin, 2020).

2.3. Sistem Akuisis Data

Akuisisi data merupakan suatu proses sampling dari kondisi dunia nyata fisik dan konversi dari sampel yang telah diperoleh menjadi nilai numerik yang dapat diproses dan dimanipulasikan oleh sebuah komputer atau perangkat prosesor lainnya. (YE.Putra 2019).

Pada project ini proses akuisisi data dimulai dengan proses pengambilan data dari setiap sensor dan melakukan analisis regresi dan kemudian hasil tersebut bisa menjadi pembandingan antar sensor dan alat ukur yang terkalibrasi.

2.4. Sensor

Sensor sering didefinisikan sebagai “ Perangkat yang menerima dan menanggapi sinyal atau stimulus.” Definisi terlihat cukup luas, contoh saja mata manusia yang kemudian dapat digunakan untuk memicu suatu tindakan.

2.4.1. Ultrasonic HC Sensor

Sensor ultrasonik berfungsi untuk untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Pendeteksi, keberadaan gelombang frekuensi yang di tangkap dari pantulan suatu objek. Dengan jarak pembacaan berkisar dari 1 cm sampai dengan 40 cm dan frekuensi *burst* sebesar 40kHz.(Rahmah,dkk.2020).

2.4.1. Capacitive Sensor

Kapasitansi didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan elektron pada beda

potensial tertentu. Dalam satuan Standar Internasional (SI), kapasitansi dinyatakan dalam coulomb (Q) per volt (V) atau disebut farad (F). Sensor kapasitif merupakan sensor yang bekerja berdasarkan konsep kapasitif. Kapasitansi bisa dikalkulasi dengan mengetahui geometri konduktor dan sifat dielektrik penyekat di antara konduktor.

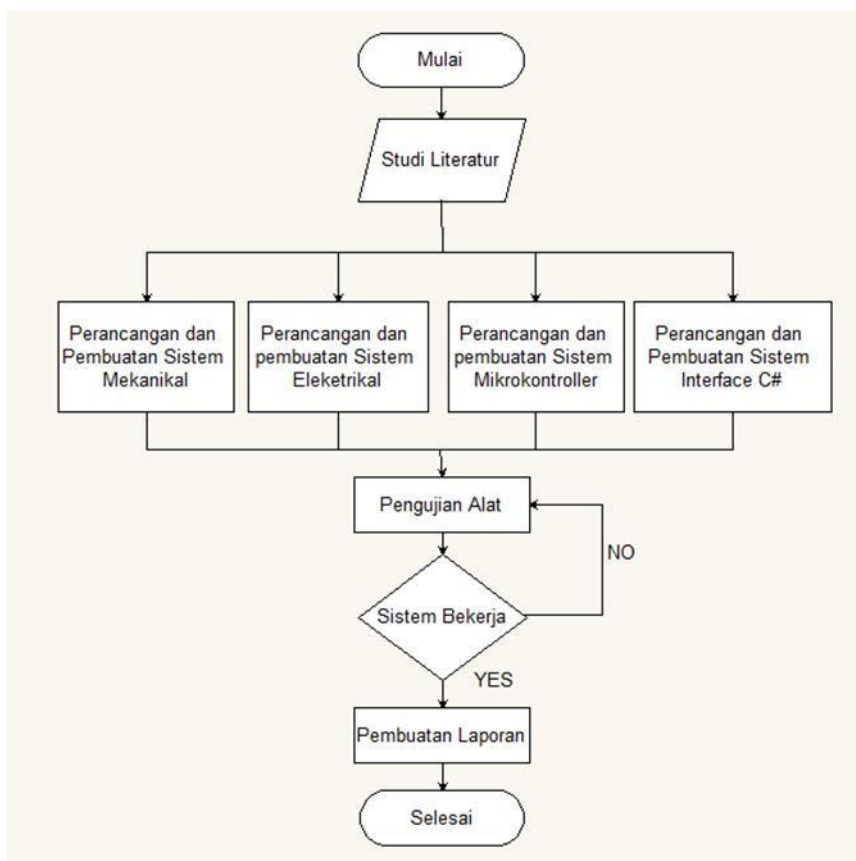
2.4.1. P255 Pressure Sensor

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian permukaan, berbentuk seperti tabung. Tabung digunakan sebagai probe yang masuk ke dalam air. Air dalam probe memberikan perubahan tekanan. Nilai tekanan tersebut akan diolah dengan transducer tekanan ke tegangan. Perubahan tekanan yang dihasilkan dari naik dan turunnya permukaan air yang dideteksi oleh sensor akan diubah ke dalam bentuk tegangan oleh differential pressure transducer.

Sensor tekanan (*Pressure Sensor*) adalah sensor untuk mengukur tekanan suatu zat. Tekanan (p) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya (F) per satuan luas (A). Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. (Reza Yuda Fadhila, Paula Santi Rudati, Feriyonika.(2021)).

BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN

Adapun tahap pelaksanaan program diuraikan dalam bentuk *flowchart* dibawah ini:



Gambar 3.1 *Flowchart* strategi pelaksanaan program

3.1. Studi Literatur

KIT praktikum Sensor Level untuk optimalisasi monitoring, system control dan pengendalian software. Studi literatur merupakan bentuk pemahaman dalam mempelajari dan memahami dari beberapa sumber yang berhubungan dengan mikrokontroller *Arduino Uno R3*, *Sensor Ultrasonik*, *sensor capacitive*, *sensor pressure*, *Akuisisi Data*, serta System Kontrol (*propotional integral derivative*) dan (*propotional integral*).

Kemudian proses dilanjutkan dengan proses perancangan yang terdiri dari perancangan mekanikal yang membahas bagaimana cara merakit desain

letak sensor serta komponen pada tanki, lalu perancangan elektrikal yang berisi bagaimana system pada KIT Praktikum Sensor Level, perancangan *interface* untuk kenyamanan pengguna saat memakai aplikasi, dan yang terakhir adalah perancangan program mikrokontroler yang membahas bagaimana data sensor diproses oleh mikrokontroler dan kemudian ditampilkan aplikasi Microsoft Visual C#.

3.2. Perancangan dan Pembuatan Mekanikal

Perancangan mekanikal dari rancang bangun *KIT Praktikum Sensor Level* untuk Optimalisasi monitoring, control system dan pengendalian software ini dengan menggunakan akrilik sebagai *wadah* kotak penampungan air serta alat alat elektrikal. Penggunaan bahan akrilik dikarenakan karakteristik bahannya yang memiliki ketahanan serta visibilitas yang baik untuk penyimpanan sensor serta komponen lainnya.

3.3. Perancangan dan Pembuatan Elektrikal

Perancangan elektrikal menggunakan *software Proteus 8* dan pembuatan *wiring* secara *tatap muka* di kampus. Proses *Wiring* dilakukan pada setiap komponen elektrikal yang ada pada rancang bangun *KIT Praktikum Sensor Level*.

3.4. Perancangan dan Pembuatan Sistem Mikrokontroler dan User Interface

Perancangan dan pembuatan program terdiri dari dua metode yaitu program aplikasi *Arduino* dan program aplikasi *Microsoft Visual C#*. Mikrokontroler menggunakan *Arduino Uno R3* yang di hubungkan dengan *Microsoft Visual C#*.

3.5. Alat dan Bahan

Adapun estimasi biaya alat dan bahan yang digunakan dalam proyek akhir ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Estimasi Biaya Alat dan Bahan

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	SENSOR ULTRASONIK HC-SR04	1 Unit	25.000.00	25.000
2	Sensor Pressure	1 Pcs	800.000	800.000
3	ARDUINO UNO R3	1 Unit	200.000.00	200.000
4	Power Suplly	1 Pcs	120.000	120.000
5	MOTOR 180 DERAJAT SERVO 20 KG	1 Unit	400.000.00	400.000
6	WATER PUMP 12 DC	1 Unit	100.000.00	100.000
7	AKRILIK	2 UNIT	175.000.00	350.000
8	ALUMINIUM PROFIL	10 M	230.000.00	2.300.000
9	BALL VALVE 1/4 INCH	1 PCS	55.000.00	55.000
10	PIPA POTONGAN 1 1/4 INC	1/4 Inch, Panjang 50 Cm	12.000.00	600.000
11	Lm 2596 Stepdown	2 Pcs	40.000	80.000
TOTAL				14.637.000

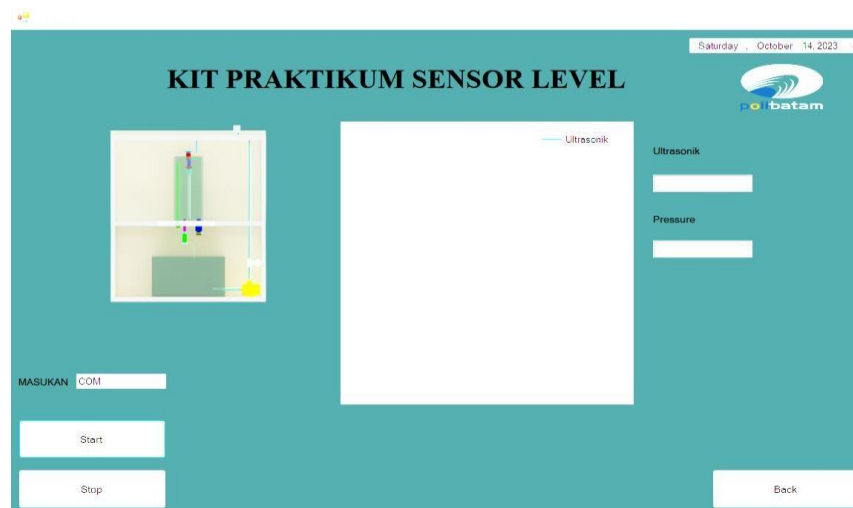
3.6. Pengujian Alat

pada penelitian ini, akan ada pengujian alat dengan melakukan tahapan pengujian sebagai berikut:

3.6.1. Pengujian Interface Microsoft Visual c#

Pengujian Interface Microsoft Visual C# dilakukan untuk menguji sistem interface yang dirancang pada software C# yang kemudian hasilnya akan dicek apakah yang terjadi pada sistem plan

project sesuai dengan yang kita lakukan pada Interface Microsoft Visual C#. Pada tampilan Microsoft Visual C# kita dapat mengontrol Sensor yang digunakan dengan system control PID dan memastikan Indicator level untuk Pressure sensor dan Ultrasonik sensor berjalan.



Gambar 3.2 Desain Interface KIT Praktikum Sensor Level

3.6.2. Pengujian *coding Arduino Uno*

Pengujian coding Arduino Uno dilakukan untuk menguji pengolahan data sensor yang kemudian hasilnya akan dicek melalui serial monitor untuk memastikan apakah Valve berfungsi berdasarkan data sensor yang sudah di kombinasi dengan system control serta membaca hasil keluaran sensor.

```
#include <Servo.h>
#include <PID_v1.h>

Servo myServo;

// Pin untuk sensor ultrasonik
const int trigPin = 2;
const int echoPin = 3;
const int maxDistance = 48;

// Pin untuk sensor tegangan pressure
const int pressurePin = A0;
float voltage, pressure, waterLevel, value, value1;

// PID parameters untuk sensor ultrasonik
double ultrasonicSetpoint = 5.0; // Setpoint jarak dalam cm
double ultrasonicInput, ultrasonicOutput;
double ultrasonicKp = 3.0, ultrasonicKi = 0 , ultrasonicKd = 0;
PID ultrasonicPID(&ultrasonicInput, &ultrasonicOutput, &ultrasonicSetpoint, ultrasonicKp, ultrasonicKi, ultrasonicKd, DIRECT);

// PID parameters untuk sensor tegangan pressure
double pressureSetpoint = 5; // Setpoint tegangan dalam mV (sesuaikan dengan karakteristik sensor Anda)
double pressureInput, pressureOutput;
double pressureKp = 1.0, pressureKi = 0, pressureKd = 0;
PID pressurePID(&pressureInput, &pressureOutput, &pressureSetpoint, pressureKp, pressureKi, pressureKd, DIRECT);

// Mode yang aktif (0 untuk ultrasonik, 1 untuk pressure)
int activeMode = 0;

void setup() {
  myServo.attach(10);
```

Gambar 3.3 Coding Arduino Uno

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengukuran Ultrasonic HC-SR04

Pengukuran dilakukan dengan metode langsung dengan membandingkan nilai aktual dari yang ada pada wadah dan pengaris sebagai alat pembanding. Pengukuran dilakukan untuk dapat memperoleh hasil data percobaan dengan benar. Pengujian pada sensor yang digunakan pada Arduino ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Percobaan 0 (cm)	Percobaan 1 (cm)	Percobaan 2 (cm)	Percobaan 3 (cm)	Percobaan 4 (cm)	Percobaan 5 (cm)	Rata-rata Data Percobaan	Persentase Error
0	1	0	0	0	0	0.2	0.01
1	2	0	1	1	1	1	0.00
2	3	2	2	2	2	2.2	0.00
3	3	2	3	3	3	3	0.00
4	4	3	4	4	4	3.8	0.00
5	5	5	5	5	5	5	0.00
6	6	5	6	6	6	5.8	0.00
7	7	7	7	7	7	7	0.00
8	8	8	8	8	8	8	0.00
9	9	9	9	9	9	9	0.00
10	10	10	10	10	10	10	0.00

4.2. Pengukuran Pressure Sensor

Pembacaan *pressure transducer* memiliki spesifikasi tekan maksimal 0- 10 Kpa input DC 5 V. Sensor *pressure transducer* tidak melewati proses kontrol dari PID, sehingga sensor *pressure transducer* hanya menghasilkan proses dari tegangan menuju tekanan selanjutnya di convert ke level. Rumus hidrostatika yang

menghubungkan tekanan hidrostatik (P), massa jenis cairan (ρ), percepatan gravitasi (g), dan tinggi cairan (h) adalah sebagai berikut:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Ketika kita ingin menentukan tinggi air (h) dari tekanan hidrostatik (P) yang diberikan, kita dapat mengubah rumus ini menjadi:

$$h = \frac{P}{\rho \cdot g} \quad (2)$$

Dengan asumsi:

$$P = 10 \text{ kPa} = 10000 \text{ Pa} \text{ (konversi kPa ke Pa)} \quad (3)$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$h = \frac{1000 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2}$$

$$h \approx 1.02 \text{ m}$$

Namun, jika Anda ingin mengonversi tinggi air ke dalam sentimeter, Anda dapat mengalikannya dengan 100:

$$h \approx 1.02 \text{ m} \times 100 \text{ cm/m} \quad (4)$$

$$h \approx 102 \text{ cm}$$

Jadi, tekanan hidrostatik sebesar 10 kPa setara dengan tinggi air sekitar 102 cm.

Tabel 4.2 Pengujian sensor *pressure*

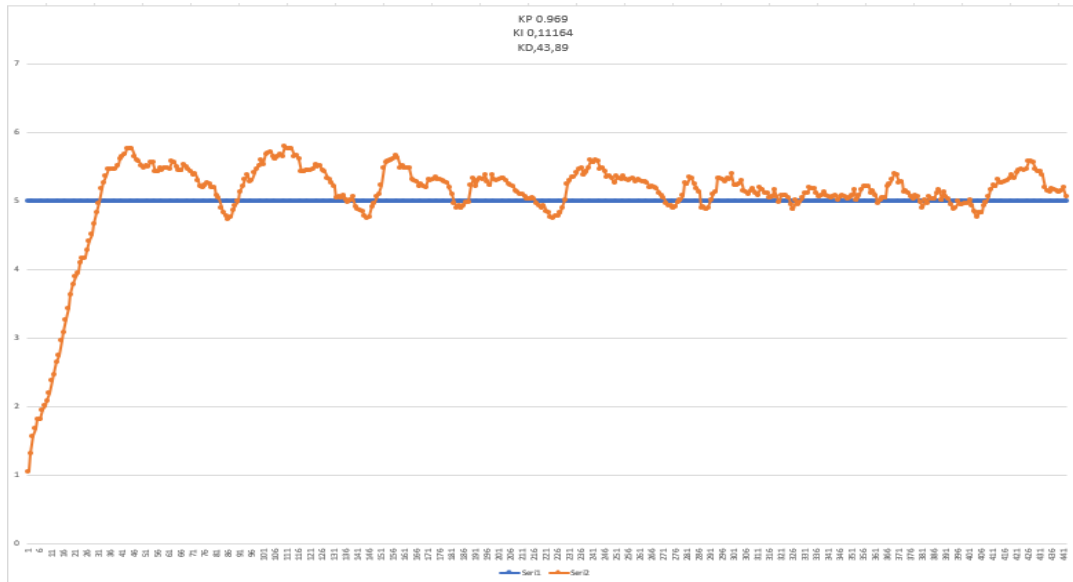
no	Nilai Penggaris	Tegangan pengujian 1	Tegangan pengujian 2	Tegangan pengujian 3	Tegangan pengujian 4	Tegangan pengujian 5	Rata Rata	Tegangan Minimal	Tegangan Maksimal
1	0	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,54	0,53	0,56
2	1	0,61	0,6	0,6	0,6	0,6	0,59	0,58	0,61
3	2	0,65	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,63	0,65
4	3	0,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,67	0,66	0,69
5	4	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,71	0,7	0,72
6	5	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,74	0,76
7	6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,79	0,78	0,8
8	7	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,83	0,81	0,84
9	8	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,86	0,85	0,87
10	9	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90	0,88	0,91
11	10	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,92	0,95
12	11	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96	0,99
13	12	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1	1,03
14	13	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,06	1,03	1,07
15	14	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,10	1,07	1,11
16	15	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,13	1,1	1,15
17	16	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19	1,17	1,14	1,19
18	17	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,21	1,18	1,22
19	18	1,26	1,27	1,27	1,27	1,27	1,25	1,22	1,27
20	19	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,29	1,26	1,3
21	20	1,34	1,33	1,33	1,33	1,33	1,32	1,3	1,34
22	21	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,36	1,33	1,38
23	22	1,41	1,42	1,42	1,42	1,42	1,40	1,37	1,42
24	23	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,44	1,41	1,46
25	24	1,5	1,49	1,49	1,49	1,49	1,48	1,45	1,5
26	25	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,51	1,48	1,53
27	26	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,55	1,52	1,57
28	27	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,59	1,56	1,6
29	28	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,62	1,6	1,64
30	29	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,66	1,63	1,68
31	30	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,70	1,67	1,72
32	31	1,76	1,75	1,75	1,75	1,75	1,74	1,71	1,76
33	32	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,78	1,75	1,79
34	33	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,82	1,79	1,83
35	34	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,86	1,82	1,87
36	35	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,90	1,86	1,91

4.3. Desain PID Control

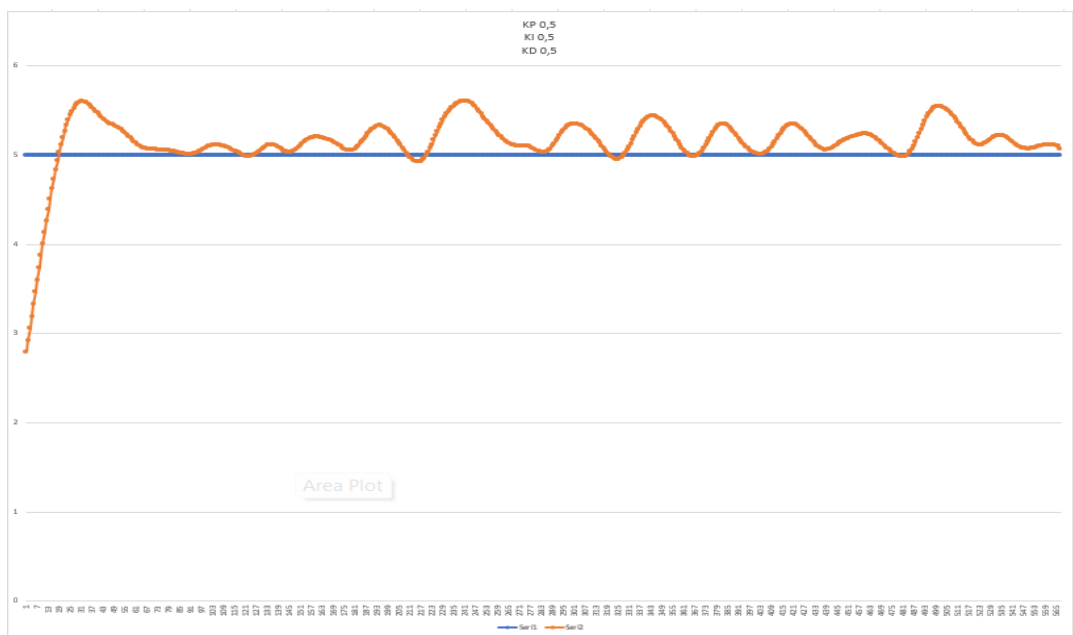
Fungsi dari perancangan kontroler adalah memperbaiki respon sistem. Oleh karena itu, karakteristik *output* yang akan diperbaiki ditunjukkan pada:

Tabel 4.3 Karakteristik Output yang akan diperbaiki

Karakteristik yang akan di perbaiki
Waktu tunak (Settling Time)
Waktu Naik (Rise Time)
Sampangan Maksimum (Overshoot Maxximum)
Error Steady State

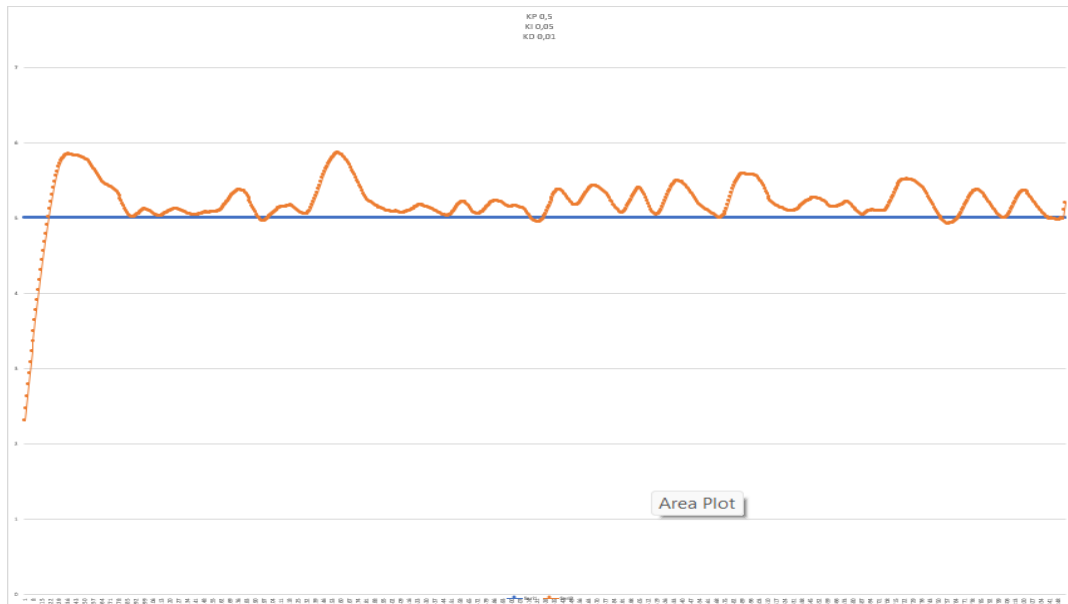
Gambar 4.1 Respon *Setpoint* 5 cm pada *PID Controller*

Percobaan Respon system dengan setpoint tetap 5 cm dengan software Arduino uno pada nilai konstanta : Kp: 0,969, Ki: 0,11164, Kd: 43,89

Gambar 4.2 Respon *Setpoint* 5 cm pada *PID Controller*

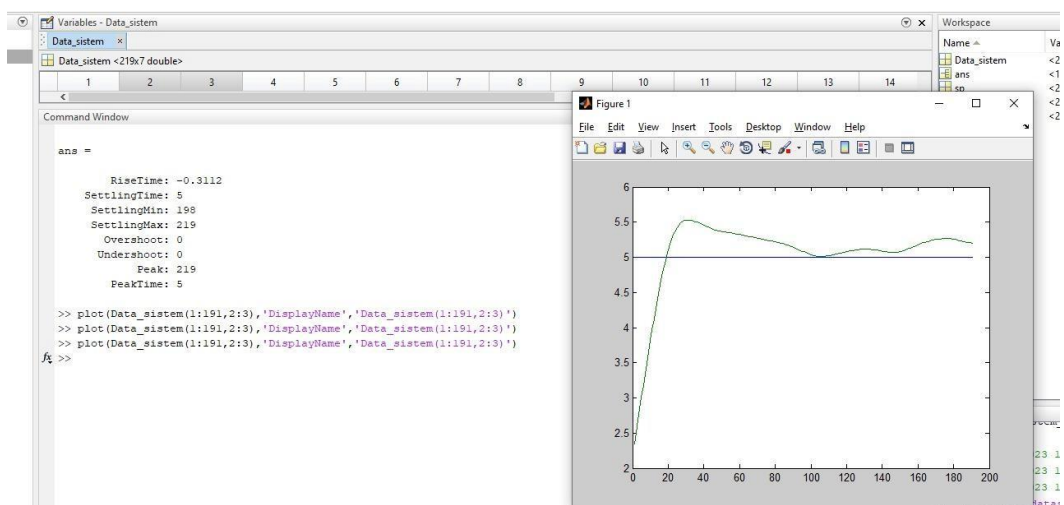
Percobaan respon system dengan setpoint tetap 5 cm dengan software Arduino uno pada nilai konstanta: $K_p: 0,5$, $K_i: 0,5$, $K_d: 0,5$

Gambar 4.3 Respon *Setpoint* 5 cm pada *PID Controller*



Percobaan respon system dengan setpoint tetap 5 cm dengan software Arduino uno pada nilai konstanta: $K_p: 0,5$, $K_i: 0,05$, $K_d: 0,01$

Gambar 4.4 Respon *Setpoint* 5 cm pada *PID Controller*



Percobaan respon system dengan setpoint tetap 5 cm dengan software Arduino uno pada nilai konstanta : Kp: 0,5, Ki: 0,1, Kd: 0,3

Tabel 4.1 Parameter Respon *plant rill* dengan setpoint 5 cm menggunakan kontroler PID

RISE TIME (tr):	-0.3112
SETTLING TIME (ts):	5
OVERSHOOT (Mp) :	0
UNDERSHOOT :	0
SETTLING MIN :	198
SETLLING MAX :	219
PEAK :	219
PEAK TIME :	5

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan, maka didapatkan Simpulan bahwa pengujian yang dilakukan menggunakan Arduino dan di olah dengan software Matlab yang mampu mengolah data respon system rill dengan *real time*. Dengan pendekatan karakteristik respon system menggunakan *set point* 5 cm didapatkan parameter kontroler PID seperti yang tercantum pada Tabel 4.4 Yaitu Kp: 0,5, Ki: 0,1, Kd: 0,3. Kontroler PID yang dirancang untuk mengendalikan respon dari *servo valve* dalam mengisi level air dari tangki.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan diatas ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem agar hasil lebih maksimal sehingga dapat dilakukan metode pendekatan yang lain. sistem ini masih dapat dikembangkan dengan menggunakan metode kontroler yang lain seperti *fuzzy logic*.

DAFTAR PUSTAKA

A Khoirul M, A Surya W, A Kusuma D. *Pengendalian Dan Monitoring Level Air Pada Tangki Pemisah Dua Fasa Dengan Metode Internal Model Control*. Jl. Gajah Mada No. 38 Cepu, Kabupaten Blora.(2021)

Aida S. *Pengembangan KIT Praktikum Skala Kecil Materi Asam Basa* .Mas Darul Hikmah Kajhu Aceh Besar. (2020)

A Ulya D, Swadexi I . *Sistem Kontrol Ketinggian Air pada Sistem Dua Tanki dengan Menggunakan Metode Proporsional Integral (PI) Adaptif*. Lampung (2021)

A Setio N , Faridah , Kutut S. *Rancang Bangun Sensor Pengukur Level Interface Air dan Minyak pada Mini Plant Separator*. (2019).

Fatchul A. *PID Controller*. (2020)

P Wanarti R, Endryansyah, M Syariffuddien Z. *Rancang Bangun Sistem Kendali Water Level Berbasis IoT dengan Metode PID Controller*. (2022)

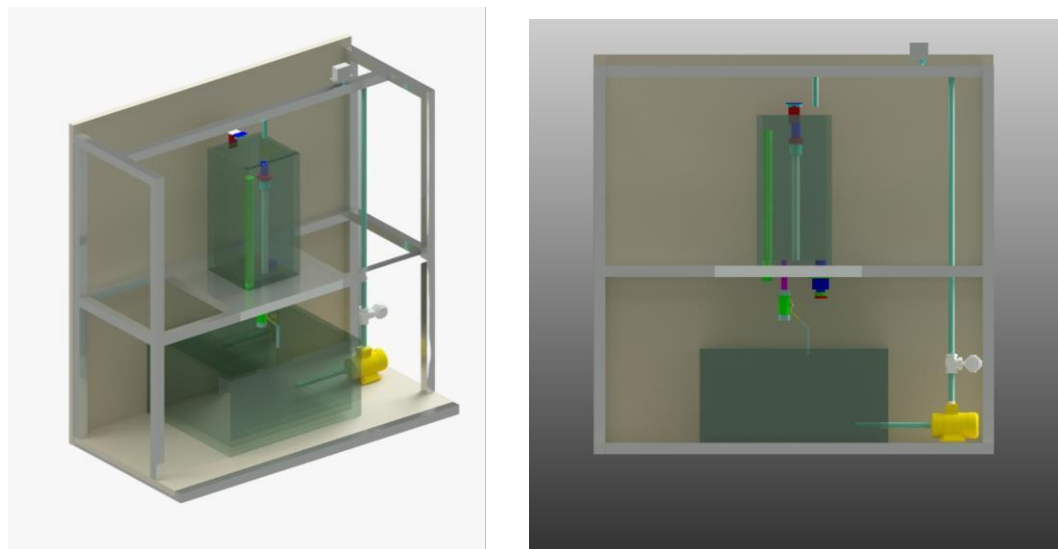
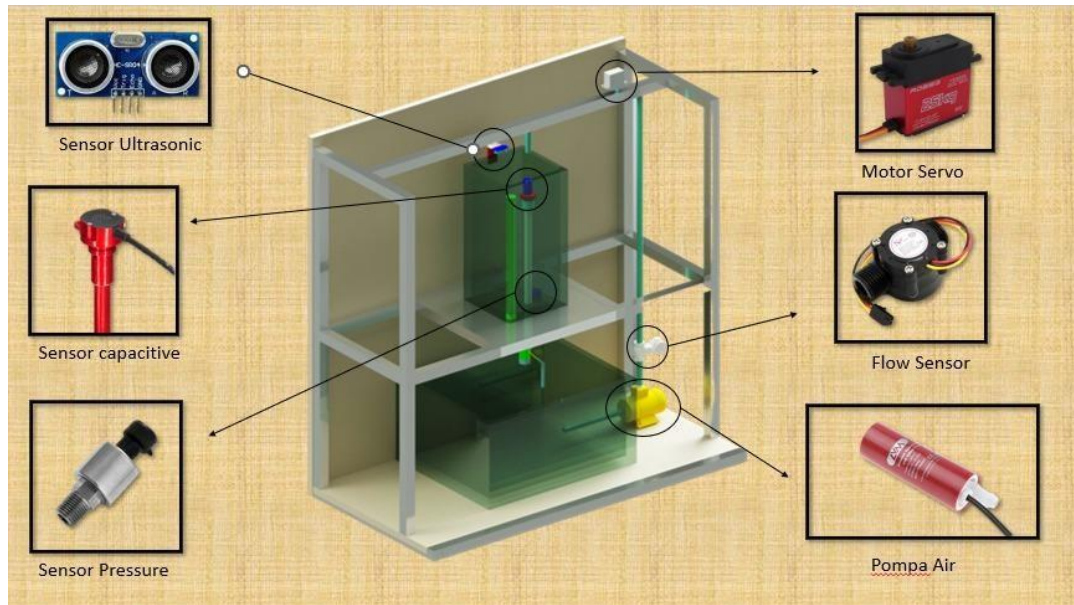
R Yuda F, P Santi R, Feriyonika. *Sistem Monitoring Level Air Menggunakan Sensor Level Berbasis Differential Pressure Transducer*. (2021).

S Imam S. *Pengembangan Training KIT Sensor Dasar Pada Mata Pelajaran Sensor Dan Aktuator Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri*. (2018).

U Three K, N Kholis, Endryansyah. *Monitoring Level Air Pada Tambak Udang Dengan Sensor Ultrasonic Berbasis Internet of Things (IoT)*. (2022)

Gambaran Teknologi Yang Akan Dikembangkan

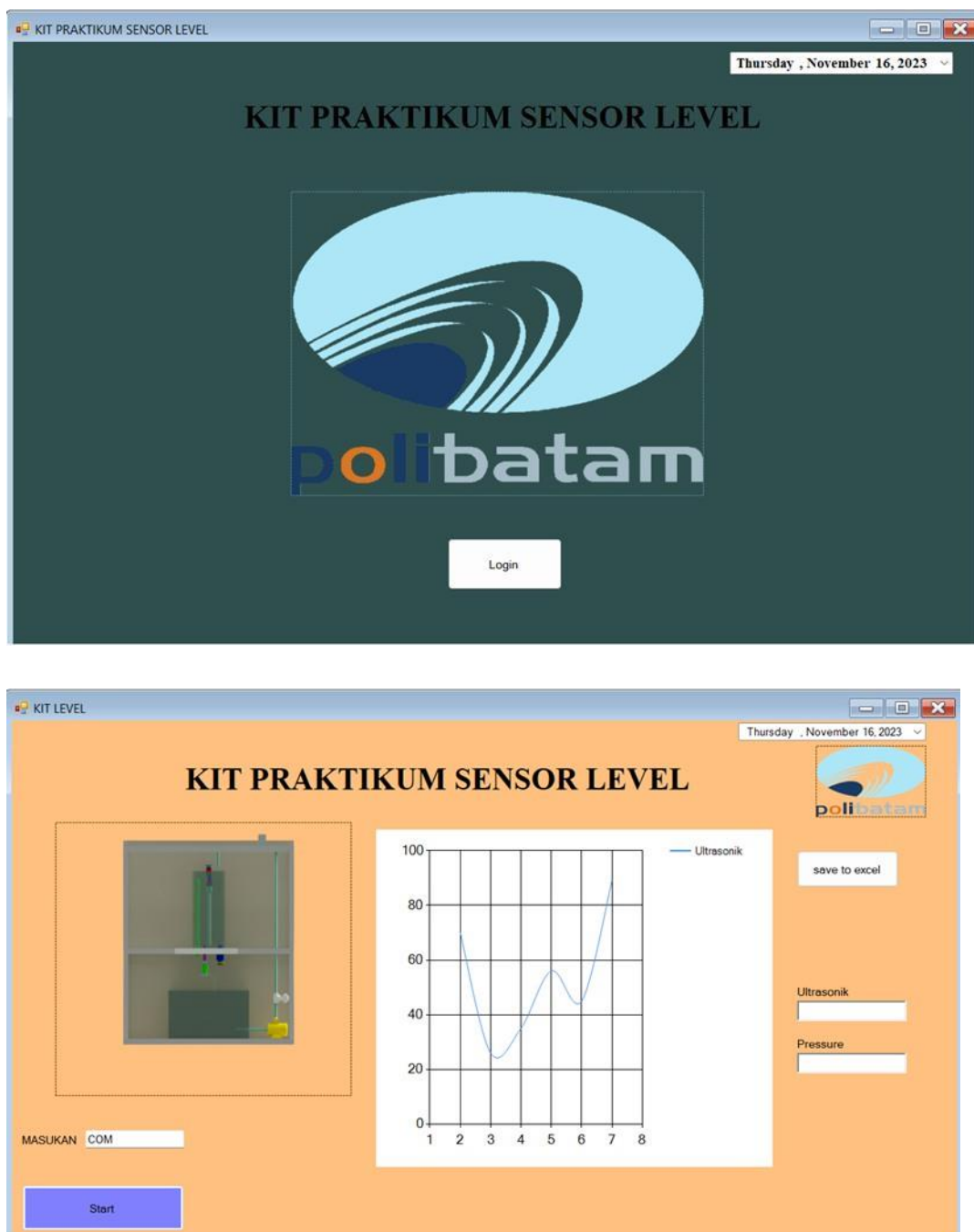
Di bawah ini merupakan desain mekanikal dari *KIT Praktikum Sensor Level*



Gambar 1. Desain Mekanikal *KIT Praktikum Sensor*

Desain Software

Berikut di bawah ini merupakan desain *software* dari *KIT Praktikum Sensor Level*



Gambar 4. Desain *Software* Sistem Monitoring *KIT Praktikum Sensor Level*

**FORMULIR LOGBOOK BIMBINGAN DAN PENGAJUAN
SIDANG TUGAS AKHIR***

Nama : Simon LQ Situmeang
 NIM : 3232111036
 Pembimbing I : **Asrizal Deri Futra, S.Si.M.Si.**
 Pembimbing II* :
 Judul : KIT Praktikum Sensor Level

No	Hari/Tgl	Rincian Kegiatan	TTD Pembimbing I & II	
1	Kamis 14/09/23	Diskusi perencanaan desain dan system pada KIT Praktikum Sensor Level		
2	Kamis 21/09/23	Perencanaan desain mekanikal pada KIT Praktikum Sensor Level		
3	Kamis 05/10/23	Perencanaan desain elektrikal pada KIT PraktikumnSensor Level		
4	Kamis 12/10/23	Revisi Desain Hardware pada Praktikum Sensor Level		
5	Kamis 19/10/23	Revisi Deain Software pada Praktikum Sensor Level		
6	Kamis 26/10/23	Perancangan system Interface pada Praktikum Sensor Level		
7	Kamis 02/11/23	Uji coba dan pengambilan data pada alat		
8	Kamis 09/11/23	Bimbingan tentang pengambilan data		
9	Kamis 16/11/23	Bimbingan buku tugas akhir		
10	Kamis 23/11/23	Revisi buku tugas akhir		

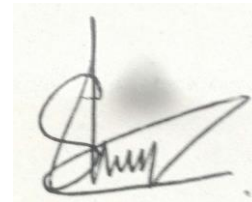
Berdasarkan hasil bimbingan yang telah dilaksanakan selama 3 bulan dan telah disetujui oleh dosen pembimbing, maka dengan ini saya mengajukan diri sebagai peserta Sidang Tugas Akhir*.

Batam, 22 November 2023
Peserta

*Hapus yang tidak perlu.

Jumlah bimbingan minimal 10 kali. Dalam satu minggu maksimal bimbingan yang dihitung adalah 2 kali.

Ttd pembimbing di hapus



Simon LQ Situmeang

NIM: 3232111036