

TUGAS AKHIR

ANALISA SISTEM KONTROL LAJU ALIRAN LIQUID

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

TENGGU SYAHRUL AMRI
2007230121



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Tengku Syahrul Amri
NPM : 2007230121
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Kontrol Laju Aliran Liquid
Bidang ilmu : Konstruksi dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



(Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T)

Dosen Penguji II



(Rahmatullah, S.T., M.SC)

Dosen Penguji III



(Khairul Umurani, S.T., M.T)

Ketua Program Studi Teknik Mesin



(Chandra A Siregar, S.T., M.T)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Tengku Syahrul Amri
Tempat /Tanggal Lahir : Medan,05 November 2001
NPM : 2007230121
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“ANALISA SISTEM KONTROL LAJU ALIRAN LIQUID ”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhirsaya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 September 2024

Saya yang menyatakan,




Tengku Svahrul Amri

ABSTRAK

Pada alat sistem kontrol laju aliran liquid yang sudah di buat dilaboratorium fakultas teknik UMSU,dimana diperlukanya pengujian untuk memahami kinerja pada alat tersebut agar mendapatkan sistem kontrol yang efektif sesuai dengan eksperimen.Laju aliran dianalisa berdasarkan jumlah volume air yang berkurang pada pipa penampung yang keluaran melalui nozzle selanjutnya ditampung menggunakan gelas ukur.Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa laju aliran air pada alat sistem kontrol. Dengan variasi nozzle 5 mm dan 10 mm dan jarak target 10 cm, 20 cm, 27cm. Hasil penelitian dalam menganalisa laju aliran pada alat sistem kontrol menunjukkan bahwa jika jarak target 10 cm dengan nozzle 5 mm dapat menghasilkan 490 ml air dengan waktu 70 detik dan laju alirannya 6,9 ml/detik.Untuk target 20 cm dapat menghasilkan 1.150 ml dengan waktu 4.6 menit dan laju alirannya 4,38 ml/detik. Untuk jarak target 27 cm dapat menghasilkan 1.600 ml dengan waktu 10.20 menit dan laju alirannya 2,44 ml/detik. Sedangkan saat menggunakan nozzle 10 mm, untuk target 10 cm dapat menghasilkan 500 ml dengan waktu 94 detik dan laju alirannya 4,84 ml/detik. Untuk target 20 cm dapat menghasilkan 1.200 ml air dengan waktu 348 detik dan laju alirannya 3,1 ml/detik. Untuk target 27 cm dapat menghasilkan 1.650 ml dengan waktu 10.30 menit dengan laju alirannya 2,4 ml/detik.

Kata kunci: Laju aliran liquid, Nozzle,Waktu

ABSTRACT

On the liquid flow rate control system tool that has been made in the laboratory of the UMSU engineering faculty, where testing is needed to understand the performance of the tool in order to obtain an effective control system according to the experiment. The flow rate is analyzed based on the amount of water volume that is reduced in the reservoir pipe that is released through the nozzle and then collected using a measuring cup. This study aims to analyze the water flow rate in the control system tool. With variations of 5 mm and 10 mm nozzles and target distances of 10 cm, 20 cm, 27 cm. The results of the study in analyzing the flow rate in the control system tool show that if the target distance is 10 cm with a 5 mm nozzle, it can produce 490 ml of water in 70 seconds and a flow rate of 6.9 ml / second. For a target of 20 cm, it can produce 1,150 ml in 4.6 minutes and a flow rate of 4.38 ml / second. For a target distance of 27 cm, it can produce 1,600 ml in 10.20 minutes and a flow rate of 2.44 ml/second. While using a 10 mm nozzle, for a 10 cm target, it can produce 500 ml in 94 seconds and a flow rate of 4.84 ml/second. For a 20 cm target, it can produce 1,200 ml of water in 348 seconds and a flow rate of 3.1 ml/second. For a 27 cm target, it can produce 1,650 ml in 10.30 minutes with a flow rate of 2.4 ml/second.

Keywords: Liquid flow rate, Nozzle, Time

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Analisa Sistem Kontrol Laju Aliran Liquid”**.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Khairul Umurani, S.T., MT, selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Chandra A Putra Siregar, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T, selaku sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Ayahanda Tengku Abdul Rasyid, Ibunda Sri Yuliani yang selalu membanggakan saya, mendukung saya dengan sangat baik hingga saat ini.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Rendika, Afdawi, Aufa, Rizky Firnanda, Ziqra, Ray Ginting, Rohman dan Teman-teman Kos Gaya Bebas lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu serta teman teman BPH HMM FT UMSU.
9. Orang yang saya cintai Indri Hariyanti yang selalu memberikan semangat dalam setiap langkah yang saya tempuh. Kehadirannya memberikan warna dan energi positif dalam hidup saya, termasuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Pengurus Beasiswa KIP Kuliah UMSU yang telah berperan penting dalam mewujudkan peluang ini bagi saya. Dukungan finansial dan bimbingan yang

diberikan tidak hanya membantu saya untuk fokus pada studi, tetapi juga memberikan motivasi ekstra untuk mencapai prestasi yang lebih baik

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 12 Januari 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name Tengku Syahrul Amri.

Tengku Syahrul Amri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.4.1 Tujuan Umum	2
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Fluida	4
2.2. Cairan	5
2.3. Sistem Kontrol	6
2.4. Penerapan Sistem Kontrol	6
2.5. Istilah-istilah Dalam Sistem Kontrol	7
2.6. Tinjauan Teori Sistem Kontrol	8
2.6.1 Sistem Kendali Open Controls Dan Closed Loop Controls	8
2.6.2 Respon Sistem Control	9
2.6.3 kontrol PID (Proportional Integral Derivative)	10
BAB 3 METODE PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	12
3.1. Tempat Dan Waktu	12
3.1.1 Tempat Penelitian	12
3.1.2 Waktu Penelitian	12
3.2. Bahan dan Alat	13
3.2.1 Bahan Penelitian	13
3.2.2 Alat Penelitian	16
3.3. Bagan Alir Penelitian	18
3.4. Prosedur Penelitian	19
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1. Hasil Pengujian Sistem Kontrol	20
4.2. Hasil perhitungan	20
4.2.1 Percobaan dengan nozzle 5 mm	20
4.2.2 Percobaan dengan nozzle 10 mm	23
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1. Kesimpulan	25

5.2. Hasil perhitungan 25

DAFTAR PUSTAKA 26

Lampiran 1. Hasil penelitian

Lampiran 2. Berita Acara Sidang Tugas Akhir

Lampiran 3. SK Pembimbing

Lampiran 4. Lembar Asistensi

Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian

12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Umum Sitem Kontrol	7
Gambar 2.2	Sistem Kontrol Secara Lengkap	8
Gambar 2.3	Diagram <i>Open loop Controls</i>	9
Gambar 2.4	Diagram <i>Closed loop Controls</i>	9
Gambar 2.5	Kurva respon sistem	10
Gambar 2.6	Diagram Blok PID	11
Gambar 3.1	Pipa Paralon	13
Gambar 3.2	Arduino Uno	13
Gambar 3.3	Wadah ukur	14
Gambar 3.4	Solenoid velve	14
Gambar 3.5	Sensor ultrasonik	15
Gambar 3.6	Air bersih	15
Gambar 3.7	Laptop	16
Gambar 3.8	Stopwatch	16
Gambar 3.9	Alat Sistem Kontrol Laju Aliran	17
Gambar 3.10	Diagram Bagan Air	18
Gambar 4.1	Grafik percobaan target 10 cm dengan nozzle 5 mm	20
Gambar 4.2	Grafik percobaan target 20 cm dengan nozzle 5 mm	21
Gambar 4.3	Grafik percobaan target 27 cm dengan nozzle 5 mm	22
Gambar 4.4	Grafik percobaan target 10 cm dengan nozzle 10 mm	23
Gambar 4.5	Grafik percobaan target 20 cm dengan nozzle 10 mm	33
Gambar 4.6	Grafik percobaan target 27 cm dengan nozzle 10 mm	34

DAFTAR NOTASI

ΔV	=	Perubahan volume pada benda
V_0	=	volume mula – mula
ΔT	=	perubahan suhu pada benda
b	=	koefisien

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen dasar yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup semua makhluk hidup, terutama manusia. sebagai manusia sangat memerlukan air untuk dikonsumsi maupun untuk kehidupan sehari-hari, air digunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti memasak, mandi, membersihkan, dan diminum, dan kegiatan lainnya yang memerlukan air.

Kebutuhan manusia akan air yang siap minum menyebabkan munculnya industri air kemasan, yang menjadi solusi praktis bagi banyak orang untuk memenuhi kebutuhan air minum sehari-hari. Salah satu solusi yang sering kita temui adalah layanan pengisian ulang air minum. Tempat-tempat pengisian ulang ini membantu manusia untuk mengisi ulang botol air mereka sendiri dengan air minum berkualitas. pengisian ulang air juga menawarkan alternatif yang lebih ekonomis bagi masyarakat.

Tempat-tempat pengisian ulang air minum terkadang melakukan penakaran air secara manual yang menyebabkan jumlah volume air yang dihasilkan didalam galon air berbeda-beda disetiap pengisian yang dilakukan maka dari itu diperlukan sistem kendali untuk menyempurnakan takaran air yang keluar untuk mengisi galon air tersebut.

Sistem kontrol mempunyai peranan yang sangat penting dalam pengendalian proses produksi di mesin-mesin industri manufaktur. Sistem kontrol banyak digunakan untuk memudahkan kerja mesin, meningkatkan hasil produksi, untuk menekan biaya keluaran dan memperbanyak keuntungan dari hasil proses produksi(Kushartanto et al., 2019)

Namun, tantangan dalam pengendalian aliran air tidak hanya terletak pada pengaturan laju aliran yang stabil, tetapi juga pada pengaruh berbagai faktor eksternal seperti tekanan, suhu, dan gangguan mekanis. Faktor-faktor ini memengaruhi performa sistem kontrol, sehingga diperlukan analisis yang mendalam untuk memastikan sistem dapat berfungsi dengan efisien.

Analisis laju aliran fluida diperlukan untuk mengetahui seberapa cepat fluida bergerak melalui nozzle, yang bergantung pada berbagai faktor seperti diameter

pipa, tekanan, dan kecepatan fluida itu sendiri. Penelitian mengenai analisa sistem kontrol laju aliran cairan menjadi sangat penting untuk memahami dinamika dan karakteristik sistem tersebut.

Pada alat sistem kontrol yang telah dibuat oleh Rendika Gilang memerlukan menganalisa laju aliran untuk mengetahui laju aliran air yang mengalir melalui nozzle dari pipa penampung ke wadah pengukur, alat sistem kontrol harus dirancang sedemikian baik. Agar tidak terjadi kebocoran yang dapat mengganggu laju aliran yang dihasilkan. Oleh karena itu menganalisa laju aliran dapat diperlukan untuk melihat variasi laju aliran yang dihasilkan. Dengan begitu maka dapat ditentukan laju aliran yang layak di tentukan seiring jumlah volume air yang ingin dihasilkan.

Maka dari itu, penulis memilih judul “Analisa sistem kontrol laju aliran liquid”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka diperoleh suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Menguji alat sistem kontrol laju aliran liquid

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup masalah pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

1. Mengukur laju aliran
2. Mengukur jarak target ketinggian air.
3. Menggunakan sensor ultrasonik.
4. Ukuran nozzle 5 mm dan 10 mm.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan Umum

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini yaitu untuk mendapatkan sistem kontrol yang sesuai dengan target eksperimen.

1.4.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :

1. Untuk menganalisa alat sistem kontrol laju aliran liquid.
2. Untuk menganalisa waktu dan volume yang diperoleh.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi dan pengelolaan cairan agar mengurangi pemborosan waktu.
2. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi pengendalian laju aliran cairan secara efisien.
3. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem kontrol laju aliran cairan,

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Fluida

Fluida adalah zat-zat yang mampu mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadah tempatnya atau zat yang akan berdeformasi terus menerus selama dipengaruhi oleh suatu tegangan geser. Bila berada dalam keseimbangan, fluida tidak dapat menahan gaya tangensial atau gaya geser. Semua fluida memiliki suatu derajat kompresibilitas dan memberikan tahanan kecil terhadap perubahan bentuk(Karyono, 2018).

Fluida dapat digolongkan ke dalam cairan atau gas. Perbedaan-perbedaan utama antara cairan dan gas adalah :

- a) Cairan praktis tidak kompresibel, sedangkan gas kompresibel
- b) Cairan mengisi volume tertentu dan mempunyai permukaan-permukaan bebas sedangkan gas dengan massa tertentu mengembang sampai mengisi seluruh bagian wadah tempatnya.

Fluida memiliki sifat tidak menolak terhadap perubahan bentuk dan kemampuan untuk mengalir (atau umumnya kemampuannya untuk mengambil bentuk dari wadah mereka). Sifat ini biasanya dikarenakan sebagai fungsi dari ketidakmampuan fluida terhadap tegangan geser (*shear stress*) dalam ekuilibrium statik. Konsekuensi dari sifat ini adalah hukum Pascal yang menekankan pentingnya tekanan dalam mengkarakterisasi bentuk fluida(Karyono, 2018).

Secara prinsip fluida dibagi menjadi beberapa jenis,antara lain:

1. Cairan

Cairan (liquid) adalah fluida yang memiliki volume tetap dan tidak dapat dikompresi dengan mudah. Cairan mempunyai permukaan yang datar jika diletakkan pada wadah. Cairan biasanya digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti air, minyak, dan bensin

2. Gas

Gas adalah fluida yang tidak memiliki volume tetap dan dapat dikompresi dengan mudah. Gas tidak mempunyai permukaan yang datar jika diletakkan pada wadah. Gas biasanya digunakan dalam bidang teknik, seperti pada sistem penggerak turbin dan sistem pemanasan.

3. Plasma

Plasma adalah fluida yang terdiri dari partikel-partikel bermuatan dan tidak stabil. Plasma dapat ditemukan pada permukaan matahari, bintang, dan dalam tabung gas.

2.2 Cairan

Cairan (Liquid) adalah zat yang memiliki sifat tidak dapat dipadatkan dan dapat menyesuaikan bentuknya sesuai dengan wadahnya, sementara tetap mempertahankan volume yang hampir konstan, tanpa dipengaruhi oleh tekanan. Sebagai salah satu dari empat bentuk dasar materi (bersama dengan padat, gas, dan plasma), cairan merupakan keadaan yang memiliki volume yang pasti namun tidak memiliki bentuk yang tetap.

Zat cair memiliki struktur molekul atau partikel yang terdispersi atau tidak teratur, sehingga membuatnya sulit untuk dikompres. Meskipun demikian, partikel-partikel tersebut memiliki energi yang cukup untuk mengatasi gaya tarik antar molekul di sekitarnya, sehingga memungkinkan mereka untuk bergerak dan saling melewati satu sama lain.

Zat cair juga memiliki volume yang konstan, namun dapat mengubah bentuknya sesuai dengan wadah tempatnya. Berikut adalah sifat-sifat zat cair:

- a) Zat cair dapat menekan ke segala arah.
- b) Mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.
- c) Memiliki gerak partikel yang bebas.
- d) Partikel-partikelnya berada dekat satu sama lain.
- e) Susunan partikel bersifat tidak teratur.
- f) Permukaannya selalu datar.

Selain memiliki beberapa sifat di atas, zat cair juga memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Grak Partikelnya bebas
2. Volumennya tetap.
3. Bentuknya Selalu Berubah ubah mengikuti wadah yang ditempatinya.
4. Letak Molekulnya berdekatan
5. Susunan partikelnya renggang
6. Gaya tarik menarik antar patikelnya lemah

Pada zat cair hanya ada reaksi pemuaian volume, sehingga dalam zat cair hanya di dapatkan persamaan pemuaian berikut ini.

$$V_t = V_o \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T) \quad (2.1)$$

$$\Delta V = V_o \gamma \cdot \Delta T \quad (2.2)$$

Selain dari persamaan di atas zat cair juga dirumuskan sebagai berikut.

$$\Delta V = V_o \cdot \Delta T \cdot \beta \quad (2.3)$$

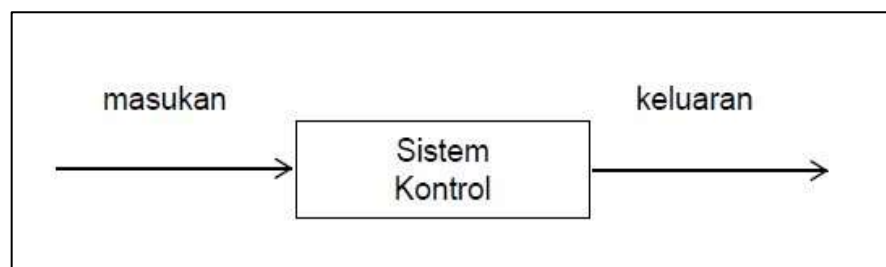
2.3 Sistem kontrol

Sistem kontrol adalah sekumpulan komponen yang bekerja sama di bawah pengarahan suatu kecerdasan mesin. Dalam kebanyakan kasus, rangkaian elektronika menghasilkan kecerdasan, dan komponen-komponen elektromekanik, seperti sensor dan motor, bertindak sebagai antar-muka dengan dunia fisik.(Tupalessy et al., 2017)

Sistem kontrol yang baik mempunyai tanggapan yang baik terhadap sinyal masukan yang beragam. Dalam perancangan sistem kontrol ini diperlukan gambaran tanggapan sistem dengan sinyal masukan dan aksi pengontrolan yang meliputi : (1)Tanggapan sistem terhadap masukan yang dapat berupa fungsi langkah, fungsi undak, fungsi impuls atau fungsi lainnya, (2) Kestabilan sistem yang dirancang, (3)Tanggapan sistem terhadap berbagai jenis aksi pengontrolan.(Ali, 2004)

2.4 Penerapan sistem kontrol

Dalam penerapannya, suatu sistem kontrol seperti pada Gambar 2.1. memiliki tujuan khusus. Tujuan sistem kontrol ini adalah mengatur output ke dalam suatu posisi atau kondisi yang telah ditentukan oleh input melalui elemen-elemen sistem kontrol.



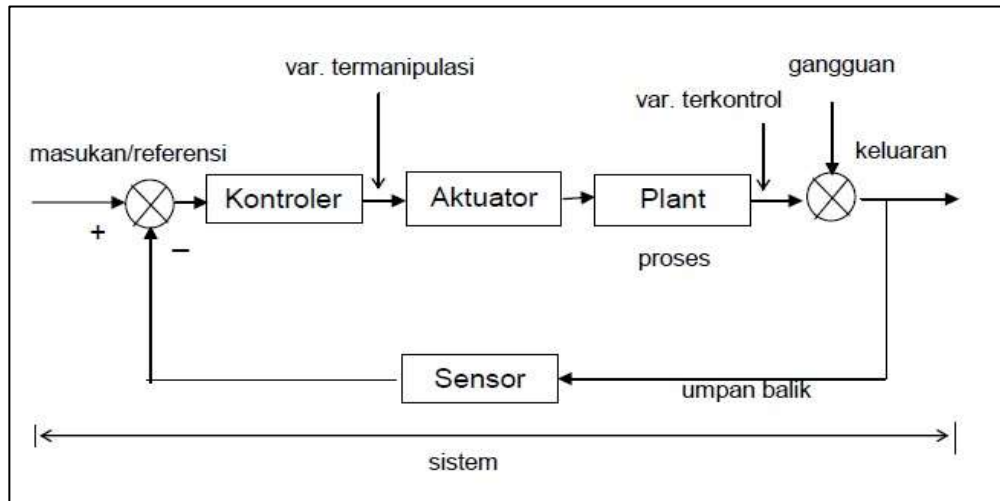
Gambar 2.1 Diagram Umum Sistem Kontrol.

2.5 Istilah-istilah dalam sistem kontrol

Didalam sistem kontrol seperti pada Gambar 2.2. ada beberapa istilah-istilah yang dapat kita jumpai antara lain:

1. Sistem (system) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu obyek tertentu.
2. Variabel terkontrol (controlled variable) adalah suatu besaran (quantity) atau kondisi (condition) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari sistem.
3. Variabel termanipulasi (manipulated variable) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasikan oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
4. Kontrol (control) – mengatur, artinya mengukur nilai dari variabel terkontrol dari sistem dan mengaplikasikan variabel termanipulasi pada sistem untuk mengoreksi atau mengurangi deviasi yang terjadi terhadap nilai keluaran yang dituju.
5. Plant (Plant) adalah sesuatu obyek fisik yang dikontrol.
6. Proses (process) adalah sesuatu operasi yang dikontrol. Contoh : proses kimia, proses ekonomi, proses biologi, dll.
7. Gangguan (disturbance) adalah sinyal yang mempengaruhi terhadap nilai keluaran sistem.
8. Kontrol umpan balik (feedback control) adalah operasi untuk mengurangi perbedaan antara keluaran sistem dengan referensi masukan.
9. Kontroler (controller) adalah suatu alat atau cara untuk modifikasi sehingga karakteristik sistem dinamik (dynamic system) yang dihasilkan sesuai dengan yang kita kehendaki.
10. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur keluaran sistem dan menyatakannya dengan sinyal masukan sehingga bisa dilakukan suatu operasi hitung antara keluaran dan masukan.
11. Aksi kontrol (control action) adalah besaran atau nilai yang dihasilkan oleh perhitungan kontroler untuk diberikan pada plant (pada kondisi normal merupakan variabel termanipulasi).

12. Aktuator (actuator), adalah suatu peralatan atau kumpulan komponen yang menggerakkan plant.



Gambar 2.2 Sistem Kontrol Secara Lengkap.

2.6 Tinjauan Teori Sistem Kontrol

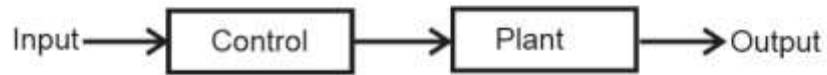
Dalam industri, sistem kontrol merupakan sebuah sistem yang meliputi pengontrolan variabel- variabel seperti temperatur (temperature), tekanan (pressure), aliran (flow), level (level), dan kecepatan (speed). Variabel-variabel ini merupakan keluaran yang harus dijaga tetap sesuai dengan keinginan yang telah ditetapkan terlebih dahulu oleh operator yang disebut dengan setpoint. Sistem yang dikontrol (bangunan) agar variabel keluaran dijaga tetap pada kondisi tertentu disebut dengan plant.(Tupalessy et al., 2017)

Suatu sistem kontrol otomatis dalam suatu proses kerja berfungsi mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia (otomatis).(Tupalessy et al., 2017)

2.6.1 Sistem Kendali Open loop Controls dan Closed loop Controls

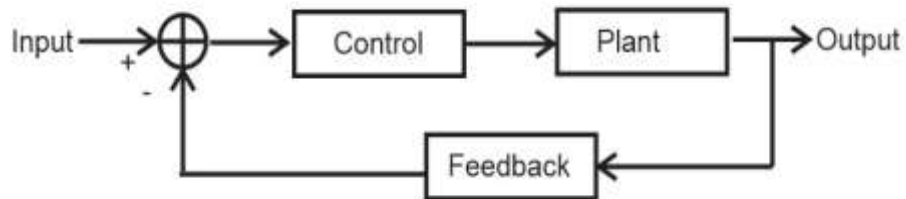
1. Sistem kontrol secara manual (*Open Loop Controls*). Sistem kontrol secara manual, seperti pada Gambar 2.3. proses pengaturannya dilakukan secara manual oleh operator dengan mengamati keluaran secara visual, kemudian dilakukan koreksi variabel-variabel kontrolnya untuk mempertahankan hasil keluarannya. Sistem kontrol itu sendiri bekerjanya secara open loop, artinya sistem kontrol tidak dapat melakukan koreksi variabel untuk mempertahankan

hasil keluarannya. Perubahan ini dilakukan secara manual oleh operator setelah mengamati hasil keluarannya melalui alat ukur atau indicator.(Tupalessy et al., 2017)



Gambar 2.3 Diagram *Open loop Controls*

2. Sistem Kontrol otomatis (*Closed Loop Controls*). Sistem kontrol otomatis dapat melakukan koreksi variabel-variabel kontrolnya secara otomatis, seperti pada Gambar 2.4. dikarenakan ada untai tertutup (*closed loop*) sebagai umpan balik (*feedback*) dari hasil keluaran menuju ke masukan setelah dikurangkan dengan nilai setpointnya. Pengaturan secara untai tertutup ini (*closed loop controls*), tidak memerlukan operator untuk melakukan koreksi variabel-variabel kontrolnya karena dilakukan secara otomatis dalam sistem kontrol dalam sistem kontrol itu sendiri. Dengan demikian keluaran akan selalu dipertahankan berada pada kondisi stabil sesuai dengan setpoint yang ditentukan.(Tupalessy et al., 2017)

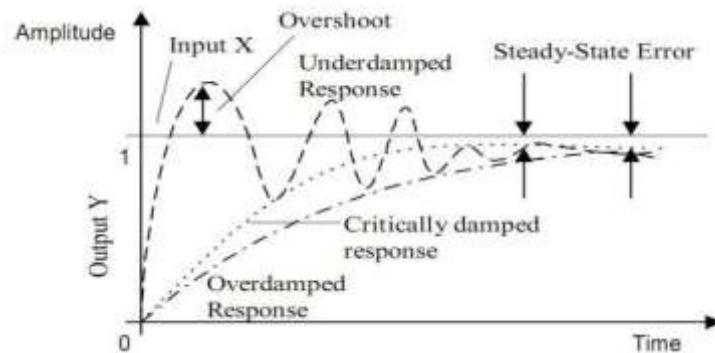


Gambar 2.4 Diagram *closed loop*.

2.6.2 Respon Sistem kontrol

Respon sistem adalah perubahan perilaku *output* terhadap sinyal *input*. seperti pada Gambar 2.5. Respon sistem berupa kurva ini akan menjadi dasar untuk menganalisa kinerja sistem selain menggunakan persamaan/model matematika. Bentuk kurva respon sistem dapat dilihat setelah mendapatkan sinyal *input*. Ada beberapa hal yang menjadi titik penentu respon sistem yaitu :

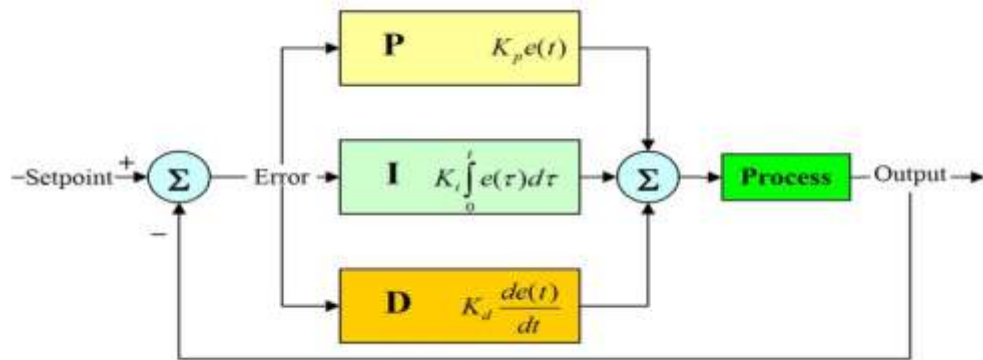
1. *Steady-state error* merupakan perbedaan antara nilai yang diinginkan terhadap nilai yang dihasilkan. Sistem yang diharapkan akan memiliki *steady-state error* sekecil mungkin.
2. *Rise time*, t_r merupakan waktu yang diperlukan sistem untuk melakukan kenaikan dari suatu nilai ke nilai lainnya. Untuk sistem yang memiliki redaman cukup (*underdamped*) nilai yang digunakan adalah 0% ke 100%. Sedangkan untuk sistem yang memiliki redaman berlebihan (*overdamped*) digunakan nilai 10% ke 90%. Respon sistem yang dianggap baik memiliki *rise time* yang kecil.
3. *Maximum overshoot*, M_p ; *Maximum overshoot* merupakan nilai simpangan maksimum dari nilai puncak respon. Sistem yang stabil tidak memiliki *overshoot* yang besar.
4. *Settling time*, t_s ; *Settling time* merupakan waktu yang diperlukan untuk mencapai dan diam pada nilai akhirnya yang memiliki persentase *steadystate error* sekitar 0,02 atau 0,05. Respon sistem yang dianggap baik memiliki *Settling time* yang kecil.



Gambar 2.5 Kurva respon sistem

2.6.3 Kontrol PID (Proportional Integral Derivative)

Kontrol PID merupakan controller untuk menentukan kepresisian suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik (*feedback*) pada sistem tersebut. seperti pada Gambar 2.6. Kombinasi dari aksi kontrol proporsional, integral dan turunan disebut aksi kontrol integral ditambah integral ditambah turunan. (Nata, 2015)



Gambar 2.6 Diagram Blok PID

Sistem kontrol PID terdiri dari tiga buah cara pengaturan yaitu kontrol P (Proportional), D (Derivative) dan I (Integral), dengan masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Dalam implementasinya masing-masing cara dapat bekerja sendiri maupun gabungan diantaranya. Dalam perancangan sistem kontrol PID yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter P, I atau D agar tanggapan sinyal keluaran sistem terhadap masukan tertentu sebagaimana yang diinginkan.(Nata, 2015)

Untuk merancang sistem kontrol PID, kebanyakan dilakukan dengan metoda cobacoba atau (trial & error). Hal ini disebabkan karena parameter K_p , K_i dan K_d tidak independent. Untuk mendapatkan aksi kontrol yang baik diperlukan langkah coba-coba dengan kombinasi antara P, I dan D sampai ditemukan nilai K_p , K_i dan K_d seperti yang diinginkan.(Nata, 2015)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat 2, Kecamatan. Medan Timur, fakultas Teknik Universitas muhammadiyah Sumatra Utara.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu Penerapan tugas akhir ini direncanakan selama 6 bulan dari disetujuinya penulisan tugas akhir, pengambilan data, pengolahan data, seminar hasil sampai sidang akhir.

Tabel 1. Waktu Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan Judul	■					
2	Studi Literatur	■	■				
3	Seminar Proposal			■			
4	Rancang Bangun			■	■		
5	Pengujian Alat				■	■	
6	Analisa dan Evaluasi Data					■	■
7	Penyusunan Skripsi						■
8	Sidang Sarjana						■
9	Penyelesaian Skripsi						■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Pipa Paralon

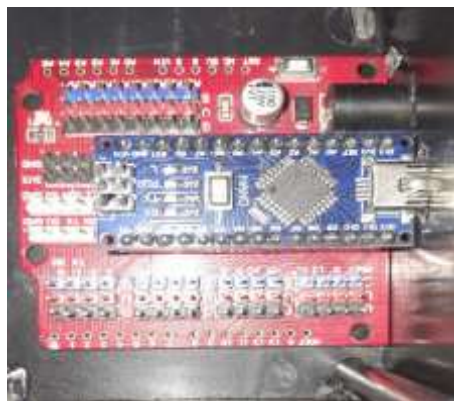
Pada penelitian ini pipa paralon digunakan sebagai alat penampung air yang akan digunakan pada penelitian kali ini dan sebagai wadah air yang akan diukur ketinggian target airnya. Seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Pipa Paralon 3/5 inch

2. Arduino Nano

Pada penelitian ini arduino digunakan sebagai alat untuk memprogram perintah ke solenoid dan sebagai pembaca sensor ultrasonik yang kemudian ditampilkan di monitor. Seperti gambar 3.2



Gambar 3.2 Arduino Uno.

3. Wadah ukur

Pada penelitian ini wadah ukur digunakan sebagai untuk menampung hasil aliran air yang keluar mealalui nozzle pada alat penelitian. Seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Wadah Ukur.

4. Solenoid velve

Pada penelitian ini Selenoid velve digunakan untuk membuka atau menutup jalur aliran air dari pipa penampung diatasnya agar dapat berhenti secara otomatis pada ketinggian targett yang diinginkan. seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Solenoid Velve

5. Sensor ultrasonik

Pada penelitian ini sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur jarak ketinggian air yang ada didalam pipa penampung air yang kemudian datanya masuk kedalam excel . Seperti gambar 3.5



Gambar 3.5 Sensor Ultrasonik.

6. Air bersih

Pada penelitian ini air digunakan untuk bahan eksperimen yang akan diuji air ini akan dimasukan kedalam pipa penampung. Seperti pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Air Bersih.

3.2.2 Alat Penelitian

1. Laptop

Pada penelitian ini laptop berfungsi sebagai alat yang bekerja untuk memprogram arduino dan sebagai alat pencatat otomatis ketinggian air dan waktunya. Seperti gambar 3.7



Gambar 3.7 Laptop

2. Stopwatch

Pada penelitian ini stopwatch berfungsi untuk menghitung waktu pada penelitian, ini digunakan pada saat alat dihidupkan sampai tersebut sesuai jarak target yang sudah tercapai, seperti pada gambar 3.8



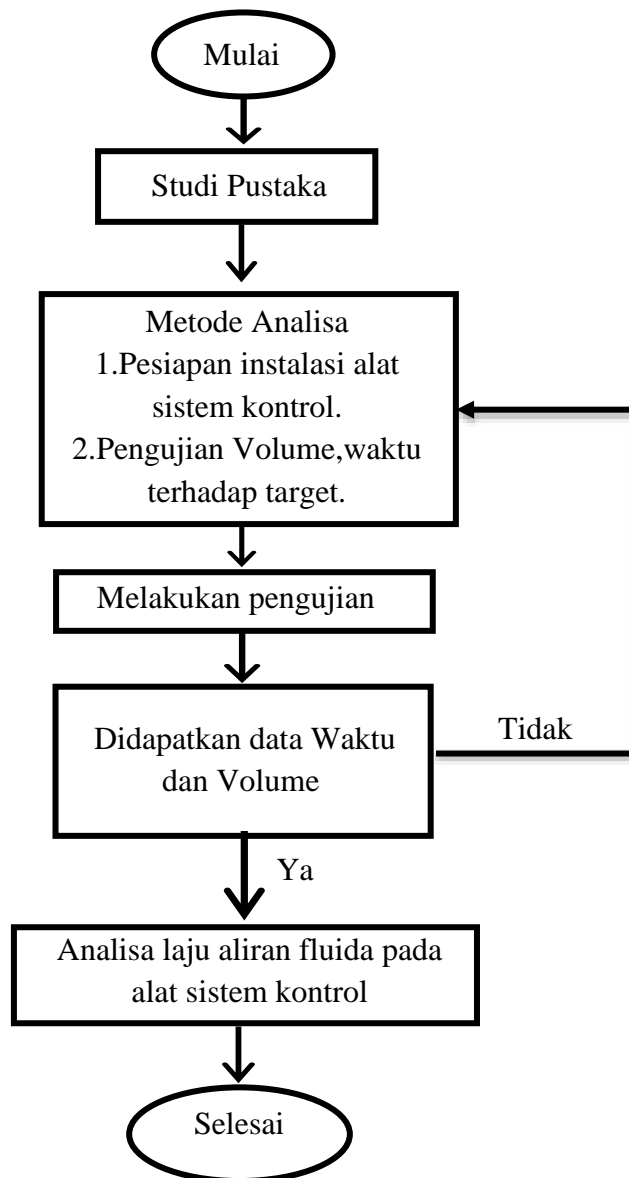
Gambar 3.8 Stopwatch

3. Alat sistem kontrol laju aliran



Gambar 3.9 Alat sistem kontrol laju aliran.

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.9 Diagram Bagan Air

3.4 Prosedur Penelitian

Langkah langkah yang dilakukan dalam melakukan prosedur penelitian system control ini sebagai berikut :

1. Isi air pada pipa penampung \pm 2 liter.
2. Pasang nozzle diameter lubang 5mm
3. Masukkan program untuk sensor ultrasonik dengan variasi 10 cm,20 cm dan 27 cm.
4. Hidupkan alat sistem kontrol
5. Catat jumlah liter air yang dihasilkan dari percobaan tersebut
6. Ulangi percobaan sebanyak 5 kali di setiap variasinya
7. Kemudian lakukan ulang dengan nozzle ukuran diameter lubang 10mm
8. Catat jumlah liter air yang dihasilkan dari percobaan dengan nozzle ukuran diameter lubang 10mm
9. Ulangi percobaan sebanyak 5 kali di setiap variasinya.

Apabila proses pengujian selesai dilakukan, maka matikan dan rapihkan semua peralatan yang telah digunakan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

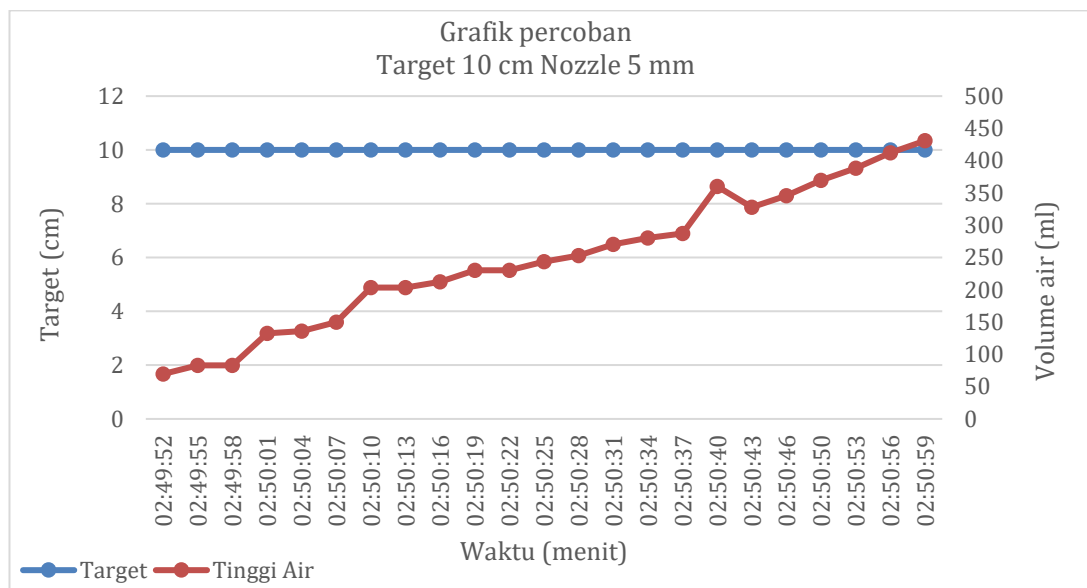
4.1 Hasil Pengujian Sistem Kontrol

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang telah dilakukan serta pembahasan mendalam terhadap temuan-temuan tersebut. Dalam penelitian ini, data mengenai waktu dan jumlah volume air yang telah berhasil dikumpulkan melalui serangkaian pengukuran yang sistematis. Yang kemudian dihitung untuk mencari nilai laju aliran air yang mengalir melalui nozzle. Waktu pencatatan dilakukan pada interval yang telah ditentukan, sementara jumlah liter air diukur menggunakan alat ukur (gelas ukur). Dan laju aliran didapatkan dengan perhitungan antara volume air dan waktunya. Data yang diperoleh meliputi variasi jumlah liter air dalam rentang waktu tertentu, yang kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi nilai akurasi dari alat sistem kontrol tersebut. Hasil pengukuran ini menjadi dasar penting dalam pembahasan lebih lanjut terkait keakuratan alat pengontrol laju aliran air serta faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat efisiensi.

4.2 Hasil Perhitungan Data

4.2.1 Percobaan dengan nozzle diameter 5 mm

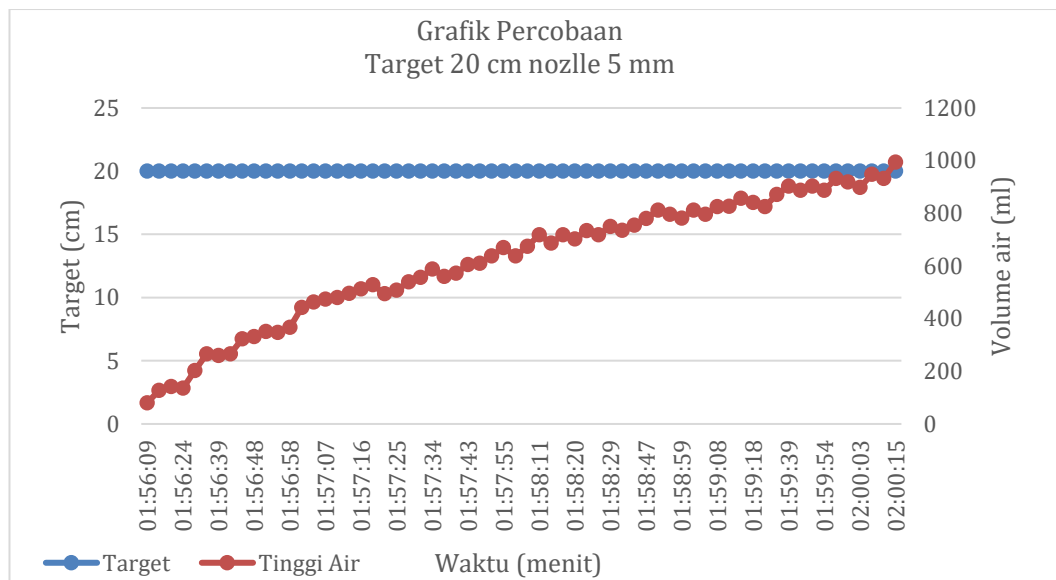
1. Percobaan target 10 cm



Gambar 4.1 Grafik Percobaan Target 10 cm dengan nozzle 5 mm

Grafik hasil data dari Percobaan target 10 cm menunjukkan hubungan antara waktu dan variabel jarak target 10 cm. Percobaan dilakukan dalam rentang waktu 02:49:52 hingga 02:50:59, Berdasarkan rentang waktu percobaan tersebut didapatkanlah volume air yang ditampung pada gelas penampung yaitu 450 ml. Nilai tersebut memperlihatkan perubahan nilai variabel yang diukur seiring dengan berjalannya waktu. Sedangkan untuk nilai laju alirannya adalah 6,9 ml/detik. Berdasarkan grafik percobaan alat sistem kontrol ini berhenti tidak sesuai target yang ditentukan, target awalnya adalah 10 cm realisasi yang dicapai mencapai 10,34 cm dengan selisih 0,34 cm di atas target.

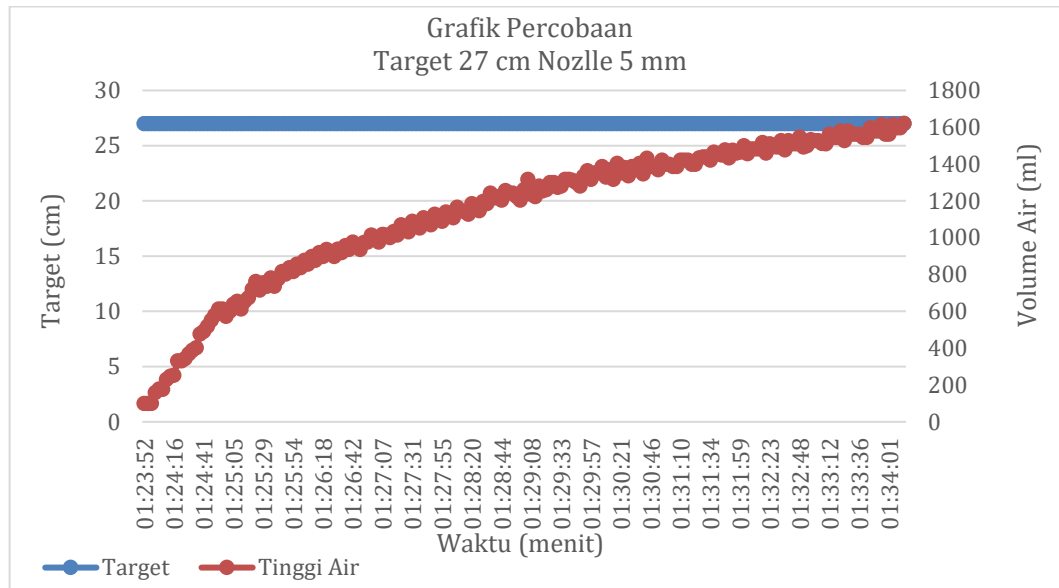
2. Pecobaan Target 20 cm dengan nozzle 5 mm.



Gambar 4.2 Grafik percobaan target 20 cm Dengan Nozzle 5 mm

Grafik hasil data dari Percobaan target 20 cm menunjukkan hubungan antara waktu dan variabel jarak target 20 cm. Percobaan dilakukan dalam rentang waktu 01:56:09 hingga 02:00:15, Berdasarkan rentang waktu percobaan tersebut didapatkanlah volume air yang ditampung pada gelas penampung yaitu 1,100 ml. Nilai tersebut memperlihatkan perubahan nilai variabel yang diukur seiring dengan berjalannya waktu. Sedangkan untuk nilai laju alirannya adalah 4,38 ml/detik. Berdasarkan grafik percobaan alat sistem kontrol ini berhenti tidak sesuai target yang ditentukan, target awalnya adalah 20 cm realisasi yang dicapai mencapai 20,70 cm dengan selisih 0,70 cm di atas target.

3. Percobaan target 27 cm dengan nozzle 5 mm.

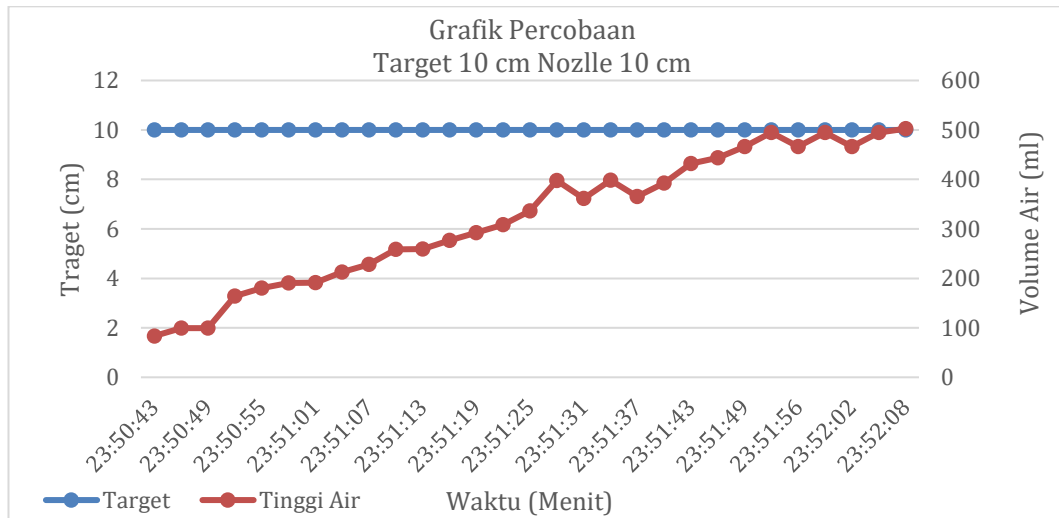


Gambar 4.3 Grafik percobaan target 27 Dengan Nozzle 5 mm

Grafik hasil data dari Percobaan target 27 cm menunjukkan hubungan antara waktu dan variabel jarak target 27 cm. Percobaan dilakukan dalam rentang waktu 01:23:52 hingga 01:34:01, Berdasarkan rentang waktu percobaan tersebut didapatkan volume air yang ditampung pada gelas penampung yaitu 1,600 ml. Nilai tersebut memperlihatkan perubahan nilai variabel yang diukur seiring dengan berjalannya waktu. Sedangkan untuk nilai laju alirannya adalah 2.44 ml/detik. Berdasarkan grafik percobaan alat sistem kontrol ini berhenti tidak sesuai target yang ditentukan, target awalnya adalah 27 cm realisasi yang dicapai mencapai 27,20 cm dengan selisih 0,20 cm di atas target.

4.2.2 Percobaan dengan nozzle diameter 10 mm.

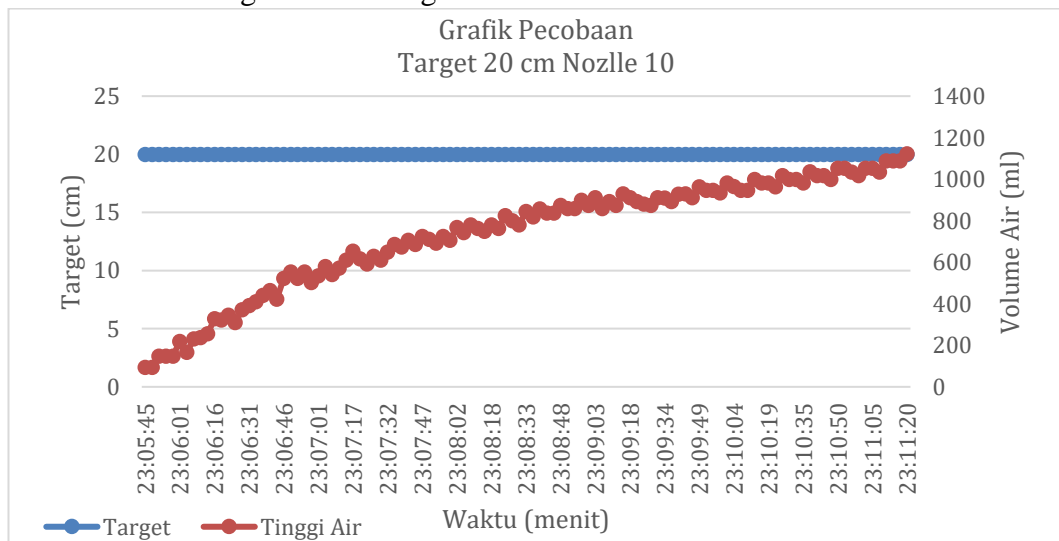
1. Percobaan Target 10 cm dengan nozzle 10 mm.



Gambar 4.4 Grafik percobaan target 10 cm Nozzle 10 cm.

Grafik hasil data dari Percobaan target 10 cm menunjukkan hubungan antara waktu dan variabel jarak target 10 cm. Percobaan dilakukan dalam rentang waktu 23:50:42 hingga 23:52:08, Berdasarkan rentang waktu percobaan tersebut didapatlah volume air yang ditampung pada gelas penampung yaitu 500 ml. Nilai tersebut memperlihatkan perubahan nilai variabel yang diukur seiring dengan berjalannya waktu. Sedangkan untuk nilai laju alirannya adalah 4,84 ml/detik. Berdasarkan grafik percobaan alat sistem kontrol ini berhenti tidak sesuai target yang ditentukan, target awalnya adalah 10 cm realisasi yang dicapai mencapai 10,05 cm dengan selisih 0,05 cm di atas target.

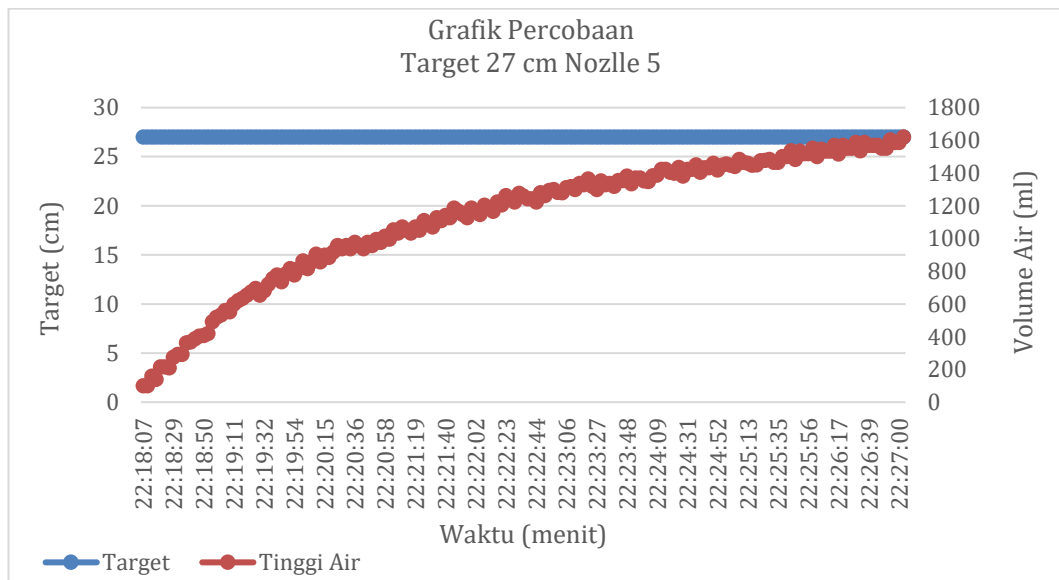
2. Percobaan target 20 cm dengan nozzle 10 mm.



Gambar 4.5 Grafik Percobaan target 20 cm Nozzle 10 mm.

Grafik hasil data dari Percobaan target 20 cm menunjukkan hubungan antara waktu dan variabel jarak target 20 cm. Percobaan dilakukan dalam rentang waktu 23:05:45 hingga 23:11:20, Berdasarkan rentang waktu percobaan tersebut didapatkan volume air yang ditampung pada gelas penampung yaitu 1.200 ml. Nilai tersebut memperlihatkan perubahan nilai variabel yang diukur seiring dengan berjalannya waktu. Sedangkan untuk nilai laju alirannya adalah 3,1 ml/detik. Berdasarkan grafik percobaan alat sistem kontrol ini berhenti tidak sesuai target yang ditentukan, target awalnya adalah 20 cm realisasi yang dicapai mencapai 10,03 cm dengan selisih 0,03 cm di atas target.

3. Percobaan target 27 cm dengan nozzle 10 mm.



Gambar 4.6 Grafik percobaan target 27 cm Nozzle 10 mm.

Grafik hasil data dari Percobaan target 27 cm menunjukkan hubungan antara waktu dan variabel jarak target 27 cm. Percobaan dilakukan dalam rentang waktu 22:18:07 hingga 22:27:00, Berdasarkan rentang waktu percobaan tersebut didapatkan volume air yang ditampung pada gelas penampung yaitu 1.650 ml. Nilai tersebut memperlihatkan perubahan nilai variabel yang diukur seiring dengan berjalannya waktu. Sedangkan untuk nilai laju alirannya adalah 2,44 ml/detik. Berdasarkan grafik percobaan alat sistem kontrol ini berhenti tidak sesuai target yang ditentukan, target awalnya adalah 27 cm realisasi yang dicapai mencapai 27,01 cm dengan selisih 0,01 cm di atas target.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Dari hasil pengujian alat sistem kontrol laju aliran liquid ini mendapatkan beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Pada percobaan jarak target 10 cm terdapat selisih waktu dan jumlah volume air yang dihasilkan oleh nozzle ukuran 5 mm dengan 10 mm yaitu 10 detik untuk selisih waktu dan 24 ml untuk selisih jumlah volume air. Dengan laju aliran air dari masing masing nozzle adalah 6,9 ml/detik dan 4,84 ml/detik.
2. Pada percobaan jarak target 20 cm terdapat selisih waktu dan jumlah volume air yang dihasilkan oleh nozzle ukuran 5 mm dengan 10 mm yaitu 1,49 menit untuk selisih waktu dan 94 ml untuk selisih jumlah volume air. Dengan laju aliran air dari masing masing nozzle adalah 4,38 ml/detik dan 3,1 ml/detik.
3. Pada percobaan jarak target 20 cm terdapat selisih waktu dan jumlah volume air yang dihasilkan oleh nozzle ukuran 5 mm dengan 10 mm yaitu 2,6 menit untuk selisih waktu dan 58 ml untuk selisih jumlah volume air. Dengan laju aliran air dari masing masing nozzle adalah 2,44 ml/detik dan 2,44 ml/detik.

5.2 Saran

Berdasarkan pengalaman yang didapat pada saat menganalisa laju aliran liquid ini, direkomendasikan beberapa saran antara lain:

1. Pada saat sebelum pengambilan data disarankan melakukan kalibrasi pada sensor ultrasonik agar sensor menunjukkan jarak yang akurat
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan pengukur kecepatan aliran guna memperoleh data yang lebih akurat dan mendetail mengenai dinamika aliran, sehingga dapat memperkaya analisis dan pemahaman terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi proses tersebut.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mencari jarak target yang dapat menentukan volume air yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, Karim, A., & Hardyanto, H. (2021). Alat Pengisian Air di Botol Menggunakan Arduino. *Dinamika Informatika 2021*, 1(2), 128–131.
- Effendy, M. (2019). *Pengetahuan Dasar Sistem Kendali* (Issue September).
- Hasanah, A. C. (2020). *Rancang Bangun Alat Penakar Minuman Kopi Otomatis Menggunakan Mini Water Pump dengan Kontrol Android*. 11.
- Hermawan, H., Mawar, M., & ... (2020). Rancang Bangun Bagging Machine Pada Pengemasan Tepung Berbasis PID Dengan Sistem Monitoring Online. *Volume 2, Edisi 2, Bulan Desember Tahun 2020 Politeknik Bosowa P-ISSN : 2685-4868, E-ISSN : 2(2)*, 48–55.
- Jurnal, R. T. (2018). PERANCANGAN SISTEM KONTROL GLYCOL REGENERATION UNIT DENGAN DCS DeltaV DI ONSHORE GAS PLANT. *Sutet*, 7(2), 102–110. <https://doi.org/10.33322/sutet.v7i2.82>
- Kamsyakawuni, A. (2009). *Pemrograman Terstruktur Menggunakan Matlab*. Repository.unej.ac.id.
- Karyono, I. Y. (2018). Analisa Aliran Berkembang Penuh Dalam Pipa. *Pengaruh Perlakuan Panas Dan Penuaan*, 5–18.
- Nata, I. D. (2015). Kata kunci 9. *Kinabalu*, 11(2), 50–57.
- Pakpahan, E. P., Saragih, A., & Shintya, D. (2022). TALENTA Conference Series Perancangan Produk Pompa Cairan Otomatis. *Volume 5 Issue 2 – 2022 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*, 5(2). <https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1613>
- Sudarja. (2016). Bahan Kuliah Mekanika Fluida. *Ilmiah Amerika*, 284: 70–75.
- Tupalessy, J., Pattiapon, D. R., Loppies, E., Elektro, J. T., Ambon, N., & Id, J. C. (2017). Perancangan Sistem Kontrol Menggunakan Plc Cp 1L Dengan I/O = 6/4 Untuk Menggerakkan Mesin Ac Maupun Dc. *Jurnal Simetrik*, 7(1), 37–40.
- Verawati, N., Aida, N., & Yani, A. (2022). G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan. *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 295–305. <https://ejournal.uniramalang.ac.id/index.php/g-tech/article/view/1823/1229>
- Widharma, I. G. (2020). *Sistem Kontrol Otomatis Proporsional, Derivatif, Integral Dan Kombinasi* (Issue January). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36283.03362>

LAMPIRAN

Berikut ini data hasil pengujian yang dilakukan pada Alat sistem kontrol dengan target 10 cm, 20 cm, 27, menggunakan nozzle 5 mm dan 10 mm.

1. Hasil percobaan target 10 cm dengan diameter nozzle 5 mm.

Time	Target	Tinggi Air
02:49:52	10	1,67
02:49:55	10	1,99
02:50:01	10	3,18
02:50:04	10	3,26
02:50:07	10	3,6
02:50:10	10	4,88
02:50:16	10	5,1
02:50:19	10	5,53
02:50:25	10	5,85
02:50:28	10	6,07
02:50:31	10	6,49
02:50:34	10	6,73
02:50:37	10	6,9
02:50:40	10	8,64
02:50:43	10	7,87
02:50:46	10	8,3
02:50:50	10	8,87
02:50:53	10	9,32
02:50:56	10	9,89
02:50:59	10	10,34

2. Data percobaan target 20 cm dengan diameter nozzle 5 mm.

Time	Target	Tinggi Air
01:56:09	20	1,67
01:56:18	20	2,64
01:56:21	20	2,96
01:56:27	20	4,23
01:56:36	20	5,53
01:56:45	20	6,72
01:56:48	20	6,9
01:56:55	20	7,23
01:56:58	20	7,65
01:57:07	20	9,88
01:57:10	20	10
01:57:13	20	10,32
01:57:16	20	10,68
01:57:19	20	11
01:57:28	20	11,25
01:57:31	20	11,58
01:57:34	20	12,26

01:57:49	20	12,79
01:57:52	20	13,28
01:57:55	20	13,96
01:58:01	20	14,04
01:58:05	20	14,64
01:58:23	20	15,39
01:58:35	20	15,73
01:58:38	20	16,59
01:59:02	20	16,95
01:59:08	20	17,25
01:59:15	20	17,85
01:59:24	20	18,16
01:59:42	20	18,48
02:00:00	20	19,13
02:00:06	20	19,75
02:00:15	20	20,7

3. Data percobaan target 27 cm dengan diameter nozzle 5 mm.

Time	Target	Tinggi Air
01:23:52	27	1,67
01:23:55	27	1,67
01:24:01	27	2,64
01:24:04	27	2,96
01:24:10	27	3,84
01:24:13	27	4,13
01:24:16	27	4,23
01:24:19	27	5,53
01:24:25	27	5,73
01:24:28	27	6,17
01:24:31	27	6,49
01:24:38	27	7,97
01:24:41	27	8,18
01:24:44	27	8,64
01:24:47	27	9,21
01:24:50	27	9,66
01:24:53	27	10,23
01:25:08	27	10,97
01:25:17	27	11,24
01:25:20	27	12,02
01:25:29	27	12,65
01:25:35	27	13,04
01:25:47	27	13,38
01:25:57	27	14,28
01:26:12	27	14,62
01:26:15	27	15,32
01:26:36	27	15,95
01:26:42	27	16,27

01:27:07	27	16,97
01:27:16	27	17,22
01:27:34	27	17,85
01:27:52	27	18,48
01:28:14	27	19,02
01:28:29	27	19,96
01:28:44	27	20,08
01:28:47	27	20,93
01:29:02	27	21,03
01:29:24	27	21,66
01:29:45	27	21,66
01:29:48	27	21,34
01:30:03	27	22,54
01:30:12	27	22,83
01:30:18	27	23,41
01:31:28	27	23,99
01:31:44	27	24,16
01:31:47	27	24,62
01:32:02	27	24,99
01:32:17	27	25,28
01:32:48	27	25,77
01:33:12	27	26,04
01:33:45	27	26,62
01:33:54	27	26,91
01:34:13	27	27,02

4. Data percobaan target 10 cm dengan diameter nozzle 10 mm.

Time	Target	Tinggi Air
23:50:43	10	1,67
23:50:46	10	1,99
23:50:52	10	3,28
23:50:58	10	3,91
23:51:04	10	4,25
23:51:07	10	4,56
23:51:13	10	5,1
23:51:19	10	5,85
23:51:22	10	6,17
23:51:25	10	6,72
23:51:28	10	7,05
23:51:31	10	7,23
23:51:40	10	7,85
23:51:43	10	8,64
23:51:46	10	8,87
23:51:49	10	9,32
23:52:05	10	9,89
23:52:08	10	10,05

5. Data percobaan target 20 cm dengan diameter nozzle 10 mm.

Time	Target	Tinggi Air
23:05:45	20	1,67
23:05:52	20	2,64
23:06:01	20	3,91
23:06:07	20	4,13
23:06:13	20	4,56
23:06:16	20	5,85
23:06:28	20	6,63
23:06:31	20	6,99
23:06:34	20	7,31
23:06:37	20	7,87
23:06:58	20	8,98
23:07:01	20	9,55
23:07:11	20	10,22
23:07:14	20	10,96
23:07:17	20	11,68
23:07:35	20	12,26
23:07:47	20	12,94
23:08:05	20	13,26
23:08:08	20	13,94
23:08:36	20	14,62
23:08:39	20	15,39
23:09:00	20	15,62
23:09:03	20	16,27
23:09:43	20	16,59
23:10:31	20	17,85
23:10:35	20	17,53
23:10:38	20	18,5
23:10:41	20	18,17
23:10:44	20	18,17
23:10:47	20	17,85
23:10:59	20	18,17
23:11:08	20	18,48
23:11:11	20	19,43
23:11:20	20	20,03

6. Data percobaan target 27 cm dengan diameter nozzle 10 mm.

Time	Target	Tinggi Air
22:18:10	27	1,67
22:18:13	27	2,64
22:18:19	27	3,59
22:18:29	27	4,56
22:18:32	27	4,88
22:18:38	27	6,05
22:18:50	27	6,78
22:18:53	27	7,88

22:18:56	27	8,18
22:19:02	27	8,87
22:19:05	27	9,32
22:19:08	27	9,21
22:19:14	27	10,34
22:19:17	27	10,56
22:19:23	27	11,24
22:19:26	27	11,58
22:19:36	27	12,02
22:19:42	27	12,94
22:19:48	27	13,04
22:20:03	27	13,62
22:20:06	27	14,33
22:20:18	27	14,74
22:20:21	27	15,34
22:20:39	27	15,95
22:20:55	27	16,27
22:21:01	27	16,59
22:21:07	27	17,22
22:21:31	27	17,85
22:21:56	27	18,85
22:22:05	27	19,13
22:22:14	27	19,43
22:22:20	27	20,08
22:22:41	27	20,71
22:22:44	27	20,38
22:22:50	27	21,03
22:23:15	27	22,27
22:23:18	27	22,15
22:23:21	27	22,73
22:23:24	27	21,98
22:23:27	27	21,66
22:23:30	27	22,54
22:23:45	27	22,56
22:23:48	27	23,02
22:24:46	27	23,87
22:25:47	27	24,72
22:25:50	27	25,57
22:26:51	27	25,87
22:26:54	27	26,72
22:27:00	27	26,95
22:27:03	27	27,01

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Analisa Sistem Kontrol Laju Aliran Liquid
 Nama : Tengku Syahrul Amri
 NPM : 2007230121
 Dosen Pembimbing : Khairul Umurani, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		Perbaiki asistansi	h
		Perbaiki tujuan Rantai	h
		Perbaiki Rumus	h
		Perbaiki tujuan Rantai	h
		Perbaiki Matriks	h
		Perbaiki Rastaka	h
		Acc, Seminar Probsol	h
		Perbaiki bab 4	h
		Perbaiki kesimpulan	h
		Acc seminar hasil	h.
		Acc sidang	h



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Ela mengabdikan diri di agar dibeatukan
nomor dan terangnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III/2024

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsumedan](https://www.facebook.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.instagram.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.tiktok.com/umsumedan) [umsumedan](https://www.youtube.com/umsumedan)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 1367/II.3AU/UMSU-07/F/2024

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 11 September 2024 Dengan ini Menetapkan :

Nama : TENGKU SYAHRUL AMRI
Npm : 2007230121
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : VIII (DELAPAN))
Judul Tugas Akhir : ANALISA SISTEM KONTROL LAJU ALIRAN LIQUID .

Pembimbing : KHAIRUL UMURANI ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MESIN
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 08 Rabiul Awal 1446 H
12 September 2024 M




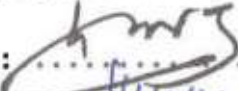
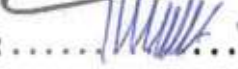
Munawar Fransury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202






**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2023 – 2024**

Peserta seminar

Nama : Tengku Syahrul Amri
NPM : 2007230121
Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Kontrol Laju Aliran Liquid

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT	: 
Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT	: 
Pembanding – II : Rahmatullah, ST, M.Sc	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	200723048	Rayprana Ginting	
2	2007230121	Tengku Syahrul Amri	
3	2007290120	Rendica Arieta Siregar	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 07 Rabi'ul Awal 1446 H
11 September 2024 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Tengku Syahrul Amri
NPM : 2007230121
Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Kontrol Laju Aliran Liquid

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... Perbaiki Cara Cara dan Pelaksana
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan, 07 Rabi'ul Awal 1446 H
11 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Munawar Alfansury Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Tengku Syahrul Amri
NPM : 2007230121
Judul Tugas Akhir : Analisa Sistem Kontrol Laju Aliran Liquid

Dosen Pembanding – I : Munawar Alfansury Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Rahmatullah, ST, M.Sc
Dosen Pembimbing – I : Khairul Umurani, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

*Uraian dan perbaikan pada kompa, di deskripsikan.
Kerjasama gambar grafik lebih friendly lagi.*

3. Harus mengikuti seminar kembali
- Perbaikan :

.....
.....
.....
.....
.....

Medan 07 Rabi'ul Awal 1446 H
11 September 2024 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar, ST, MT

Rahmatullah, ST, M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Tengku Syahrul Amri
Npm : 2007230121
Jenis Kelamin : Laki - laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 05 November 2001
Alamat : Jln, Sentosa Lama. Gg, Soto, Medan.
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
E-mail : Tengkusyahrul88@gmail.com
No HP : 085371117701

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 060806 Medan Tahun 2008 - 2014
2. SMP Negeri 14 Medan Tahun 2014 - 2017
3. SMK Negeri 5 Medan Tahun 2017 - 2020
4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2020 - 2024