



Sistem *Interface* Pada Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap

Proyek Akhir

Oleh:

Louise Jerry Closse (3232101006)

**Program Studi 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 *Interface* Pada Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap" adalah hasil 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 ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.



Louise Jerry Closse
NIM: 3232101006

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik (AMd.T.)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Louise Jerry Clossé (3232101006)


Tanggal Sidang: 10 Januari 2024

Disetujui oleh :

1. Muhammad Jaka Wimbang
Wicaksono, S.T.,M.T.
NIK: 122272



1. Ir. Kamarudin, S.T.,M.T.,IPM
NIK: 110071



2. Mu'thiana Gusnam, S. Kom, M. T
NIK: 123293



Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap

Abstrak

Perkembangan teknologi saat ini mendorong inovasi dalam mengoptimalkan kinerja pompa air untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Metode kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*) telah banyak digunakan untuk meningkatkan efisiensi pompa air. Sebuah ide baru diusulkan dalam penelitian ini, yakni "Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap" dengan implementasi PID yang dapat diakses melalui aplikasi *smartphone*. Sensor *flow* digunakan sebagai *feedback* untuk memastikan keluaran air sesuai dengan *setpoint* yang ditentukan. Pengujian sensor *flow* dilakukan dengan menggunakan *flow* meter K24 sebagai pembanding. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi yang baik, dengan beberapa aliran memerlukan perhatian lebih lanjut untuk meningkatkan presisi karena berdasarkan pengujian nilai *error* sensor memiliki rentang 0 sampai 8,3%. Respon sistem terhadap *setpoint* menunjukkan *risetime* yang moderat dan *overshoot* yang signifikan pada beberapa kasus. Penyesuaian diperlukan untuk meningkatkan waktu *settling* dan mengurangi *overshoot* guna meningkatkan kinerja sistem kontrol. Aplikasi *smartphone* memberikan fleksibilitas dan kemudahan akses, memungkinkan kontrol yang efisien dan efektif terhadap pompa air. Keseluruhan, sistem ini menawarkan solusi yang dapat diandalkan dan nyaman dalam memenuhi kebutuhan air bersih dengan kontrol yang presisi.

Kata kunci: Pompa Air, Motor DC, PID (*Proportional Integral Derivative*), Sensor *Flow*

Suction Pump DC Motor Speed Control System

Abstract

Current technological developments encourage innovation in optimizing water pump performance to meet clean water needs. The PID (Proportional Integral Derivative) control method has been widely used to increase the efficiency of water pumps. A new idea is proposed in this research, namely "Suction Pump DC Motor Speed Control System" with PID implementation which can be accessed via a smartphone application. The flow sensor is used as feedback to ensure the water output is in accordance with the specified setpoint. Flow sensor testing was carried out using a K24 flow meter as a comparison. Test results show a good level of accuracy, with some flows requiring further attention to improve precision because based on testing the sensor error value has a range of 0 to 8.3%. The system response to setpoint shows moderate risetime and significant overshoot in some cases. Adjustments are needed to increase settling time and reduce overshoot to improve control system performance. The smartphone app provides flexibility and ease of access, enabling efficient and effective control of the water pump. Overall, this system offers a reliable and convenient solution for meeting clean water needs with precise control.

Keywords: Water Pump, DC Motor, PID (Proportional Integral Derivative), Flow Sensor

Kata Pengantar

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir program diploma III ini dengan judul “Sistem *Interface* Pada Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap”.

Penulis menyelesaikan laporan Proyek Akhir untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (Amd.T.) kelulusan di Politeknik Negeri Batam Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Instrumentasi. Penulisan Laporan Proyek Akhir ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik berkat dukungan dan bantuan dosen, rekan mahasiswa dan dukungan dari banyak pihak yang ikut dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas anugerah yang telah diberikan kepada penulis.
2. Kedua orang tua dan keluarga atas jasa dan doa serta nasehat.
3. Bapak Kamarudin, S.T., M.T., IPM selaku Kepala Prodi Teknik Instrumentasi dan sebagai Pembimbing Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.
5. Seluruh teman-teman yang telah membantu .

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna untuk memperbaiki laporan proyek akhir ini menjadi lebih baik untuk kedepannya. Semoga laporan ini bermanfaat tidak hanya untuk penulis namun juga dapat bermanfaat untuk para pembaca. Demikian yang dapat penulis sampaikan, lebih dan kurangnya penulis mohon maaf. Sekian dan terima kasih.

Batam, 25 Juli 2024



Louise Jerry Closse
NIM : 3232101006

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	viii
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan	2
1.6. <i>Work Breakdown Structure</i>	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka	3
Bab 3. Metode Pelaksanaan	8
3.1. Perancangan	8
3.1.1. Perancangan Cara Kerja Alat	8
3.1.2. Perancangan Sistem Mekanikal	10
3.1.3. Perancangan Sistem Elektrikal	11
3.1.4. Perancangan Sistem <i>Interface</i> dan Aplikasi	11
3.2. Pengujian	13
3.2.1. Pengujian Sensor <i>Flow</i>	13
3.2.2. Pengujian Fungsional Sistem Kontrol PID	13
3.2.3. Pengujian Aplikasi <i>Smartphone</i> dan <i>Database</i>	13
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	14
4.1. Data Hasil Penelitian	14
4.2. Pembahasan	18
Bab 5. Kesimpulan dan Saran	21
5.2. Saran	21
5.2. Saran	22
Daftar Pustaka	23
Biodata	25
Lampiran	26

Daftar Gambar

Gambar 1. Kontroler PID	4
Gambar 2. Rumus Umum PID Kontrol	5
Gambar 3. <i>Flowchart</i> Pelaksanaan	8
Gambar 4. Diagram Alir Alat	9
Gambar 5. <i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat	9
Gambar 6. Perancang Sistem Mekanikal <i>Cover</i> Pompa Tampak Atas	10
Gambar 7. Perancang Sistem Mekanikal <i>Cover</i> Pompa Tampak Samping	10
Gambar 8. Perancang Sistem Mekanikal Dudukan Sensor <i>Flow</i>	10
Gambar 9. Perancangan Sistem Elektrikal	11
Gambar 10. <i>Usecase</i> Perancangan Sistem <i>Interface</i> dan Aplikasi	11
Gambar 11. <i>Interface</i> Aplikasi <i>Smartphone</i>	12
Gambar 12. <i>Database</i> Aplikasi <i>Smartphone</i>	12
Gambar 13. Hasil <i>Setpoint</i> 8L/Min	15
Gambar 14. Hasil <i>Setpoint</i> 10L/Min	16
Gambar 15. Hasil <i>Setpoint</i> 12L/Min	16
Gambar 16. Program <i>Matlab</i>	17
Gambar 17. Data LCD Pada Pompa Air	18
Gambar 18. Pengujian Aplikasi	19
Gambar 19. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Alat Dipasang	20

Daftar Tabel

Tabel 1. <i>Work Breakdown Structure</i>	2
Tabel 2. Jurnal Terkait	3
Tabel 3. Perbandingan Produk	7
Tabel 4. Pengujian Sensor <i>Flow</i>	13
Tabel 5. Pengujian Aplikasi <i>Smartphone</i> dan <i>Database</i>	13
Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor <i>Flow</i>	14
Tabel 7. Hasil Pengujian Aplikasi <i>Smartphone</i> dan <i>Database</i>	17

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi saat ini mendorong manusia untuk terus berpikir kreatif dalam rangka memaksimalkan kinerja teknologi yang ada dengan tujuan memudahkan pekerjaan manusia dalam kehidupan sehari-hari seperti mengontrol kecepatan pompa air. Pompa air adalah alat yang digunakan manusia sebagai alat distribusi air dari suatu tempat ke tempat lain, dengan menggunakan pipa sebagai medianya dengan cara mendorong atau menghisap air yang berlangsung secara terus menerus (Suparyanto dan Rosad, 2020). Pada saat ini manusia menjadi sangat membutuhkan mesin pompa air untuk mempermudah memenuhi kebutuhan air bersih.

Pada penggunaan pompa air terkadang *volume* air yang keluar pada keran air tidak sama *volumenya* dengan *volume* air yang seharusnya dikeluarkan dikarenakan melemahnya kecepatan air pada saat air melewati pipa yang panjang sehingga jumlah air yang keluar pada keran berbeda dengan yang seharusnya. Pada umumnya salah satu metode kontrol yang sering digunakan untuk mengendalikan sebuah motor biasanya menggunakan metode PID (*Proportional Integral Derivative*). Dengan menggunakan metode PID dapat memudahkan dalam mengontrol pompa air agar lebih efisien dan mudah.

Sudah banyak produk pengembangan yang sudah dibuat untuk mengatasi hal tersebut salah satunya adalah “Sistem Kontrol Kecepatan Aliran Keluaran Tangki Air Menggunakan Kontroler PID Dilengkapi Sistem Monitoring Berbasis *IoT*” yang menggunakan *ball valve electric* sebagai *feedback* pada sistem kontrolnya dan menggunakan *website* sebagai alat untuk monitoring air yang keluar dari pompa (Tarmizi, Parastiwi and Safitri, 2021).

Oleh karena itu terciptalah ide agar sistem lebih efisien, yaitu “Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap” sebagai alat yang digunakan untuk kontrol kecepatan motor dengan kontrol PID yang menggunakan aplikasi *smartphone* sebagai pengontrol dari *setpoint* PID. Pada sistem ini menggunakan sensor *flow* sebagai *feedback* untuk memastikan air yang keluar melewati keran air sesuai dengan nilai *setpoint* yang sudah ditentukan dan membaca *volume* aliran air dengan tepat dan akurat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, didapatkan rumusan masalah berikut:

1. Bagaimana cara menerapkan sistem kontrol metode PID pada pompa?
2. Bagaimana cara menghubungkan aplikasi *smartphone* dengan pompa?
3. Bagaimana cara mengirim data sensor melalui komunikasi *wireless* sebagai *input* PID?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah didapatkan tujuan sebagai berikut :

1. Penerapan kontrol PID pada sistem kontrol motor DC pompa hisap.
2. Penggunaan aplikasi *smartphone* pada sistem kontrol motor DC pompa hisap.
3. Terjadinya komunikasi data antar mikrokontroler.

1.4. Manfaat

Dengan adanya Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap, diharapkan mampu menstabilkan aliran air yang keluar disetiap titik lokasi keran agar sesuai dengan *setpoint* yang ditentukan dan mempermudah penggunaanya dalam memakai pompa air dengan lebih efisien dengan menggunakan metode kontrol PID.

1.5. Batasan

Berikut adalah beberapa hal yang menjadi batasan dalam penelitian ini:

1. Batas maksimal *flow* air yang dapat diberikan pompa air adalah 10 L/Min untuk dua keran.
2. Sistem kontrol PID metode *tuning* yang digunakan adalah metode *trial and error*.
3. Komunikasi data menggunakan *WiFi*.
4. Mikrokontroler yang digunakan harus terintegrasi dengan internet.

1.6. Work Breakdown Structure

Pada penelitian ini pengerjaan alat dilakukan secara tim, dimana dalam satu tim terdapat pembagian tugas yang ada pada tabel 1.

Tabel 1. Work Breakdown Structure

No	Nama	Tugas dan Tanggung Jawab dalam Tim
1	Louise Jerry Closse	Sistem <i>Interface</i> Pada Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap
2	March Michael	Sistem Akuisisi Data Pada Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap
3	Masyogi Waluyo	Sistem Komunikasi Sensor Berbasis <i>WSN</i> Pada Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jurnal Terkait

No	Jurnal Terkait	Hasil Jurnal
1	Andreas, A. <i>et al.</i> 2020. "Kontrol Kecepatan Motor Pompa Air DC Menggunakan <i>PID-CSA</i> Berdasarkan Debit Air Berbasis Arduino"	Pada sistem sirkulasi akuarium yang besar atau banyak perlu pengaturan aliran yang seimbang, jika terdapat aliran yang berubah-ubah, sirkulasi air pada akuarium menjadi tidak stabil. Aliran air harus dipertahankan konstan agar hal tersebut tidak terjadi. Untuk mempertahankan aliran air pompa ketika keran dibuka atau ditutup, dengan menggunakan kontrol kecepatan motor dengan kontrol PID dengan optimasi <i>Cucko Search Algorithm</i> sebagai optimasi dalam mencari nilai K_p , K_i , dan K_d . Kecepatan motor pompa dikendalikan dengan driver PWM dengan kontrol berbasis pada arduino uno.
2	Faishol, M., Ismail, M. and Hapsari, J.P. 2022. " <i>Design and Build a Water Pump Protection Tool Using IoT (Internet Of Things) Based Water Flow Sensor</i> "	Penelitian ini merancang suatu sistem yang dapat memantau aliran air dengan menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> . Pemantauan dilakukan menggunakan smartphone dengan mikrokontroler <i>NodeMCU ESP8266</i> terhubung ke jaringan internet. Sensor yang digunakan adalah sensor <i>flow</i> . Aplikasi <i>Blynk</i> dan <i>NodeMCU ESP8266</i> yang terintegrasi ke dalam jaringan internet. Hasil penelitian sensor <i>flow</i> telah bekerja dengan baik pada pompa air. Setelah dilakukan pengujian jarak, jarak terdeteksi tanpa batas waktu dengan syarat mikrokontroler dan aplikasi <i>blynk</i> terkoneksi dengan jaringan internet, dan tidak mengalami gangguan jaringan internet.

3	<p>Nurma Aulia Tarmizi. et al. 2019. "Sistem Kontrol Kecepatan Aliran Keluaran Tangki Air Menggunakan Kontroler PID dilengkapi Sistem Monitoring Berbasis <i>Internet of Things</i>"</p>	<p>Upaya untuk mengatasi masalah ini dibuat sistem kontrol kecepatan aliran keluaran air menggunakan metode PID dan dilengkapi sistem monitoring dengan IoT. Sistem ini menggunakan <i>Raspberry pi 3</i> sebagai <i>mini</i> komputer, <i>sensor flow</i> sebagai pendeteksi kecepatan air, <i>electric ball valve</i> sebagai aktuator dan <i>website</i> digunakan sebagai media monitoring. Prinsip kerja alat ini yaitu menstabilkan kecepatan keluaran air permenit pada <i>setpoint</i> yang telah ditentukan.</p>
---	--	---

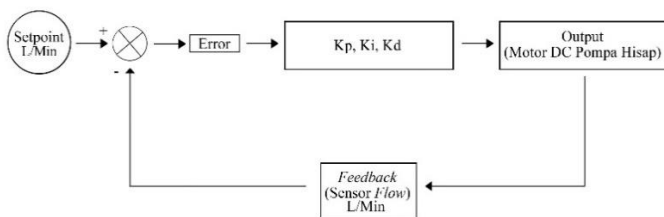
2.2 Gambaran Perkembangan Produk

2.2.1 Mikrokontroler

"Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap" bekerja dengan menggunakan mikrokontroler *Nodemcu ESP8266*. Mikrokontroler pada sistem ini berfungsi untuk menerima data dari aplikasi dan mengirim data ke pompa kemudian menghitung debit air dari sensor *flow* kemudian menampilkan nilai data pada LCD. Penggunaan mikrokontroler *ESP8266* sebagai komunikasi untuk otomasi dan kontrol peralatan elektronik jarak jauh via internet yang pernah dilakukan oleh Taryana Suryana dkk dimana mikrokontroler digunakan untuk komunikasi *web* server *nodemcu ESP8266* dan *web* server *Apache MYSQL* (Suryana, 2021).

2.2.2 Sistem Kontrol

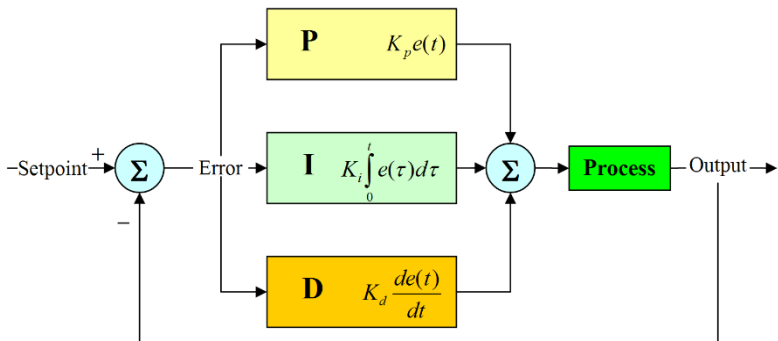
Sistem kontrol pada proyek ini menggunakan metode kontrol PID dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kontroler PID

Dengan memberi nilai *setpoint* dan nilai PID akan mengontrol *output* yaitu pompa air motor DC dengan menaikkan dan menurunkan kecepatan motor agar sesuai dengan *setpoint*. Dengan adanya *feedback* yaitu sensor *flow* akan mengontrol kestabilan *volume* air pada PID. Pada kontroler PID metode yang digunakan untuk mencari nilai parameter K_p , K_i , dan K_d adalah metode *trial and error*. PID merupakan kontroler untuk menentukan presisi dalam suatu sistem dengan karakteristik adanya umpan balik pada sistem tersebut yang terdiri dari 3 cara pengaturan yaitu kontrol *P (Proportional)* *I (Integral)* *D (Derivative)*.

Rumus umum kontrol PID dapat dilihat pada gambar 2, output adalah sinyal kontrol yang diterapkan pada sistem. K_p adalah *gain* proporsional yang mengontrol sejauh mana respon sistem terhadap *error* saat ini. K_i adalah *gain* integral yang mengontrol sejauh mana sistem merespon terhadap total akumulasi *error* sepanjang waktu. K_d adalah *gain* derivatif yang mengontrol sejauh mana sistem merespon terhadap laju perubahan *error*. Selanjutnya, *error* adalah selisih antara *setpoint* (nilai yang diinginkan) dan nilai aktual dari variabel kontrol. Pada dasarnya, komponen proporsional menanggapi *error* saat ini, komponen integral menanggapi akumulasi *error* sepanjang waktu, dan komponen derivatif menanggapi laju perubahan *error*. Kombinasi dari ketiga komponen ini memungkinkan kontrol PID untuk memberikan respons yang baik terhadap perubahan dalam sistem. Pengaturan nilai K_p , K_i , dan K_d memainkan peran penting dalam kinerja kontrol PID dan biasanya memerlukan tuning untuk sistem tertentu.



Gambar 2. Rumus Umum PID Kontrol

Alfrino Andreas dkk pernah membuat sebuah sistem kontrol kecepatan motor pompa air dc menggunakan metode kontrol *PID-CSA* berdasarkan debit air (Andreas *et al*, 2020). Sistem pemantauan dan pengontrolan debit air menggunakan metode kontrol PID yang pernah dibuat oleh Shovyana Wulan Tika dkk (Shovyana Wulan Tika, 2021). Pada situs resmi University of Michigan terdapat sebuah introduksi yang mengenalkan desain kontroler PID.

2.2.3 Aplikasi

Penggunaan aplikasi pada proyek ini akan dibuat menggunakan *software Android Studio*. Fungsi dari aplikasi tersebut adalah sebagai alat untuk memasukkan nilai *setpoint* sesuai dengan keinginan pengguna dan mengontrol sensitivitas sensor *flow* untuk menghidupkan pompa air. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam membuat aplikasi ini adalah bahasa *java*. Aplikasi akan terhubung dengan *firebase* secara *realtime* dan terhubung pada ESP8266 secara *wireless* untuk mengontrol kecepatan pompa. Mohammad Arief Wicaksono dkk pernah melakukan penelitian komparasi perangkat lunak pengembang aplikasi *android* dengan metode *qualitative weight and sum* pada studi kasus aplikasi sudoku (Putro, 2020). Penggunaan *Firebase* pada aplikasi *android* pernah digunakan Wonohadidjojo dkk pada “Sistem Kontrol Jarak Jauh untuk *Smart Home* Melalui Aplikasi *Android* Menggunakan *NodeMCU* dan *Firebase*” (Wonohadidjojo and Santoso, 2022).

2.2.4 Sensor Flow

Sensor *flow* pada proyek ini digunakan untuk membaca kecepatan aliran air yang mengalir dari pompa air lalu melewati sensor *flow*. Sensor *flow* juga digunakan sebagai *feedback* pada sistem kontrol PID untuk memastikan nilai *setpoint* yang diberikan sesuai dengan output pada keluaran pompa air. Sensor *flow* yang digunakan pada proyek ini berjenis DN20 G3/4 Copper. Sensor *flow* atau sensor aliran air terdiri dari 2 bagian, rotor (bagian yang berputar) dan sensor *hall effect*. Rotor akan berputar pada saat air mengalir melaluinya, kecepatan rotor akan bergantung pada kecepatan aliran air, sensor *hall effect* akan mengeluarkan sinyal pulsa sesuai dengan besarnya kecepatan aliran air. Prinsip kerja sensor *hall effect* pernah digunakan oleh Roni Sinaga dkk untuk pengontrol kecepatan motor DC menggunakan sensor hall berbasis mikrokontroler atmega8535 (Roni Sinaga *et al*, 2021).

2.2.5 Aktuator

Aktuator pada “Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap” berupa pompa air DC 12V yang digunakan untuk mendistribusikan air dari tempat penyimpanan air ke rumah-rumah untuk dikonsumsi. Pompa air akan menyala ketika air yang lewat dari sensor *flow* sesuai dengan *setpoint* yang diberikan dan kecepatan dari pompa tersebut akan dapat diatur dengan menggunakan sistem kontrol metode PID. Pemakaian pompa air DC 12V pernah digunakan oleh Parwati Putra dkk pengendalian kecepatan motor pompa air DC 12V menggunakan kontroler PID dengan variasi *volume* air pada perkebunan hidroponik (Parwati Putra *et al*, 2021).

2.3 Keunikan Dari Produk Sejenis

Berikut merupakan tabel perbandingan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Produk

Keunggulan	Pompa Hisap Umum	Pompa Hisap Inovasi
Menggunakan Sistem Kontrol PID	✘	✔
Terdapat <i>Setpoint</i> untuk Mengontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap	✘	✔
Terdapat <i>Setpoint</i> Untuk <i>Trigger</i> On/Off Motor DC Pompa Hisap	✘	✔
Menggunakan Aplikasi <i>Smartphone</i> untuk <i>input Setpoint</i>	✘	✔
Menggunakan LCD untuk Menampilkan Kecepatan Pompa	✘	✔
Aliran Air Stabil	✘	✔
Menggunakan Sensor <i>Flow</i> untuk membaca Aliran Air	✔	✔
Terdapat <i>Cover</i> yang Melindungi Mesin Pompa	✔	✔

2.4 Standar Teknologi yang Digunakan

2.4.1 Standar Material *Cover* dan Dudukan

Material Box dan Dudukan cover yang digunakan adalah Filament PLA+ yang memiliki sifat mekanik dan kaku, terbentuk pada suhu 60 derajat dan aman digunakan serta tidak menghasilkan bau menyengat.

2.4.2 Standar Sensor

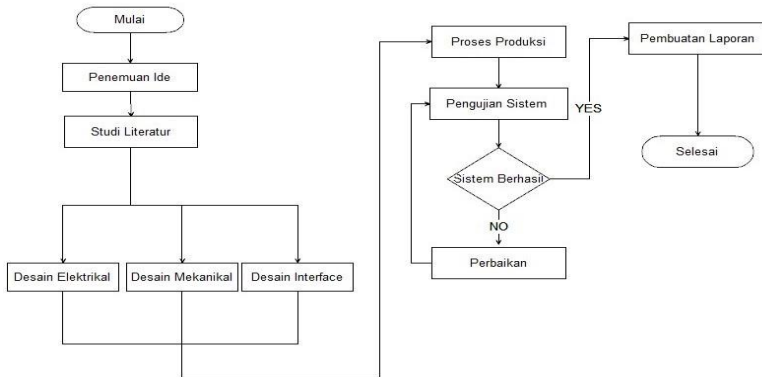
Sensor *flow* yang digunakan pada alat ini memiliki standar ISO 6509-1:2014 mengenai panduan korosi logam dan penentuan ketahanan yang berlaku untuk kuningan yang terkena air tawar dan air asin dan mampu menjaga kualitas air yang aman untuk kesehatan.

2.4.3 Standar Pompa Air

Pompa air ini menggunakan standar ISO 9001:2008 dalam sistem manajemen mutu sesuai dengan standar kualitas internasional.

Bab 3. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan pembuatan “Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap” dapat dilihat pada gambar 3 yang menjelaskan secara umum urutan pelaksanaan kegiatan program.



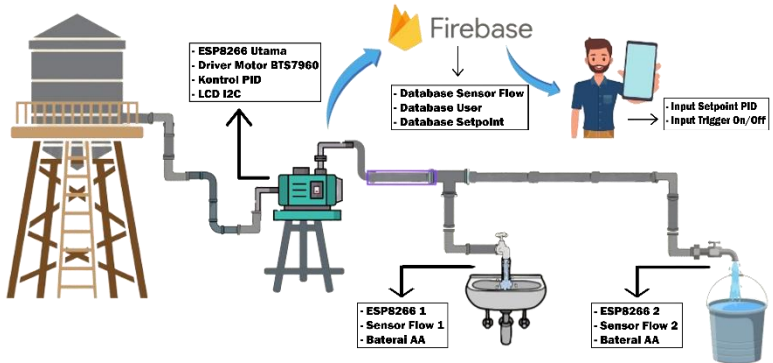
Gambar 3. Flowchart Pelaksanaan

3.1. Perancangan

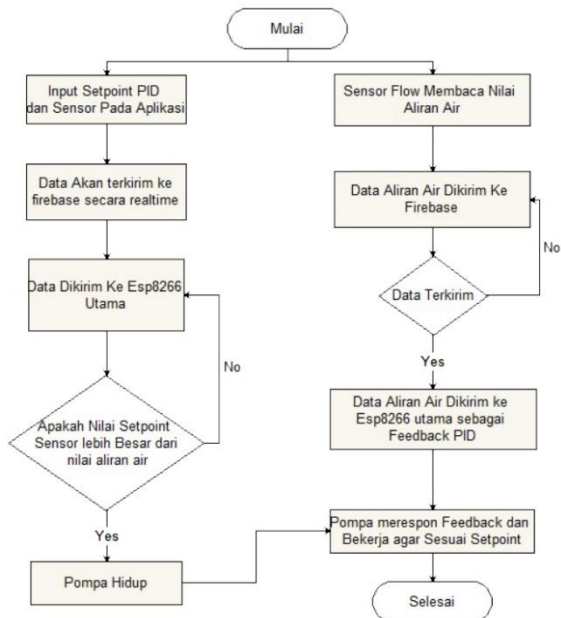
Perancangan “Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap” terdiri dari perancangan cara kerja alat, perancangan sistem mekanikal, perancangan sistem elektrikal, perancangan sistem *interface* dan aplikasi.

3.1.1 Perancangan Cara Kerja Alat

Perancangan cara kerja alat dimulai dari pengguna yang menggunakan aplikasi *smartphone* yang terhubung ke *firebase* kemudian data dikirim ke Esp8266 pada pompa kemudian pompa akan bekerja sesuai kontrol PID yang digunakan dengan *feedback* sesuai dengan nilai aliran air yang dibaca oleh sensor *flow* pada keran. Diagram alir alat dapat dilihat pada gambar 4 dan *flowchart* cara kerja alat dapat dilihat pada gambar 5.



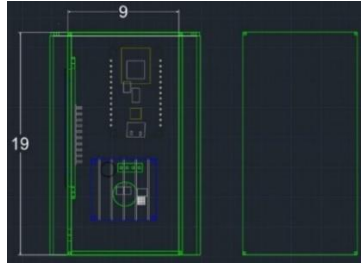
Gambar 4. Diagram Alir Alat



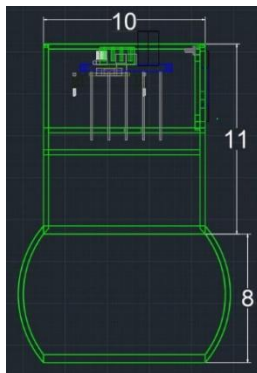
Gambar 5. Flowchart Cara Kerja Alat

3.1.2 Perancangan Sistem Mekanikal

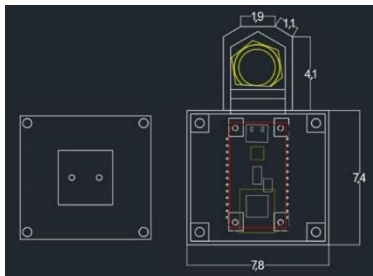
Desain mekanikal dibuat dengan menggunakan aplikasi *Autodesk Autocad* dimana bentuk alat terdiri dari *cover* dan dudukan pompa air motor DC dengan ukuran 19 x 19 x 9cm dan juga terdapat desain dudukan untuk sensor *flow* dengan ukuran 7,8 x 6,1 x 11,5cm. Perancangan sistem mekanikal dapat dilihat pada gambar 6, 7, dan 8.



Gambar 6. Perancang Sistem Mekanikal *Cover* Pompa Tampak Atas



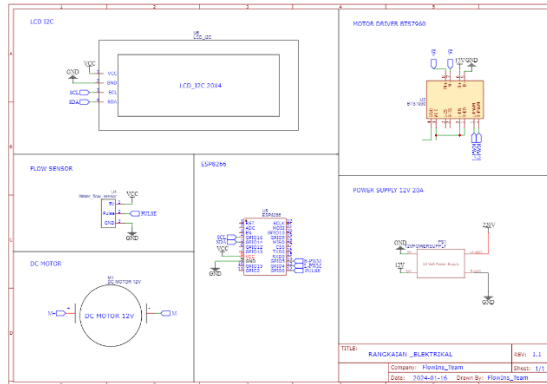
Gambar 7. Perancang Sistem Mekanikal *Cover* Pompa Tampak Samping



Gambar 8. Perancangan Sistem Mekanikal Dudukan Sensor *Flow*

3.1.3 Perancangan Sistem Elektrikal

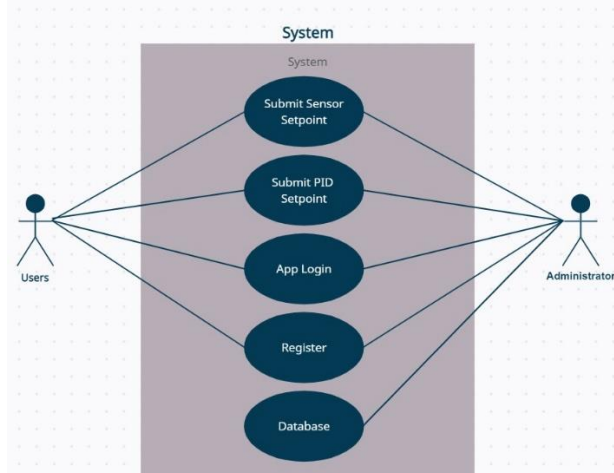
Desain elektrikal dirancang menggunakan aplikasi *EasyEDA* dimana komponen yang digunakan pada sistem yaitu *ESP8266*, *Sensor Flow*, *LCD oled*, pompa air motor DC, dan *driver* motor *bts7960* yang dirangkai sedemikian rupa. Perancangan sistem elektrikal dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Perancangan Sistem Elektrikal

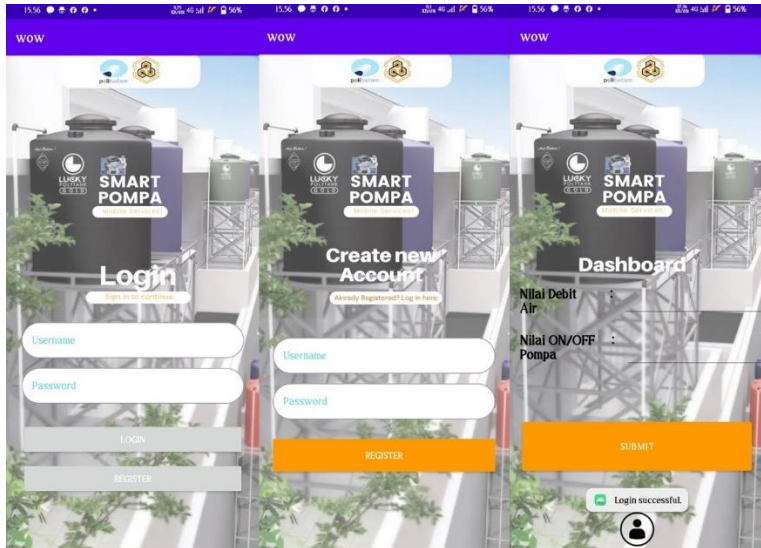
3.1.4 Perancangan Sistem *Interface* dan Aplikasi

Perancangan *usecase interface* dan aplikasi *smartphone* dibuat sesuai dengan fungsi aplikasi *smartphone* dan pihak – pihak yang mengoperasikan aplikasi. *Usecase* Perancangan Sistem *Interface* dan Aplikasi dapat dilihat pada gambar 10.



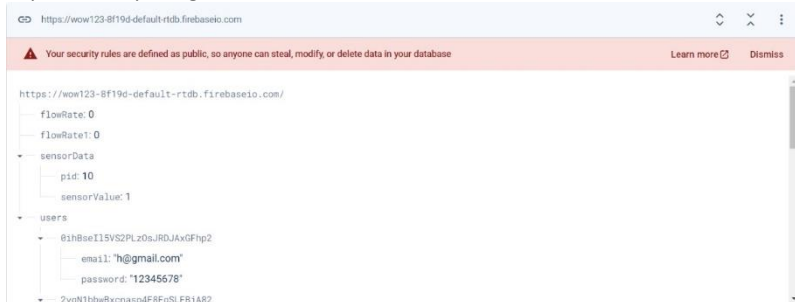
Gambar 10. *Usecase* Perancangan Sistem *Interface* dan Aplikasi

Desain *interface* aplikasi *smarthphone* dirancang menggunakan aplikasi *Android Studio* yang menggambarkan bagaimana tampilan dan menu yang akan digunakan dalam aplikasi ponsel. *Interface* aplikasi *smarthphone* dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. *Interface* Aplikasi *Smartphone*

Database aplikasi *smartphone* yang digunakan adalah *firebase*. *Firestore* digunakan untuk menyimpan data sensor *flow* yang dikirim esp pengirim 1 dan 2, dan juga untuk menerima data *setpoint* yang dikirim oleh aplikasi *smartphone* yang akan dikirim esp penerima pada pompa air. *Database* aplikasi *smartphone* dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. *Database* Aplikasi *Smartphone*

3.2. Pengujian

Adapun tahapan untuk pengujian produk “Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pompa Hisap” sebagai berikut.

3.2.1 Pengujian Sensor *Flow* dengan *Flow Meter* sebagai Alat Pembanding

Data pengujian sensor *flow* dengan *flow meter* sebagai alat pembanding dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Sensor *Flow*

Sensor <i>Flow</i> (L/Min)						
Data Ke Berapa	Aliran 1	Aliran 2	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 5	Aliran 6
Data Ke- 1						
Data Ke- 2						
Data Ke- 3						
Data Ke- 4						
Data Ke- 5						
Data Ke- n						
Rata-Rata (L/Min)						
<i>Flow Meter</i> (L/Min)						
Persentase Error (%)						

3.2.2 Pengujian Fungsional Sistem Kontrol PID

Pada pengujian sistem kontrol PID, hal-hal yang harus diperhatikan adalah hasil respon sistem kontrol berupa *RiseTime*, *SettlingTime*, *SettlingMinimum*, *SettlingMaximum*, *Overshoot*, *Undershoot*, *Peak*, dan *PeakTime*.

3.2.3 Pengujian Aplikasi *Smartphone* dan *Database*

Pengujian mengirim data *setpoint* dari aplikasi ke sistem kontrol PID dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Aplikasi *Smartphone* dan *Database*

No	Pertanyaan	Keterangan	
		Ya	Tidak
1.	Apakah <i>Database</i> dapat bekerja secara <i>online</i> ?		
2.	Apakah <i>Interface</i> dapat tersinkronkan dengan data yang terdapat di <i>Database</i> ?		

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan hasil dan pembahasan dari pengujian sistem kontrol kecepatan motor DC pompa hisap meliputi pengujian sensor *flow*, sistem kontrol PID, aplikasi *smartphone* dan *database*.

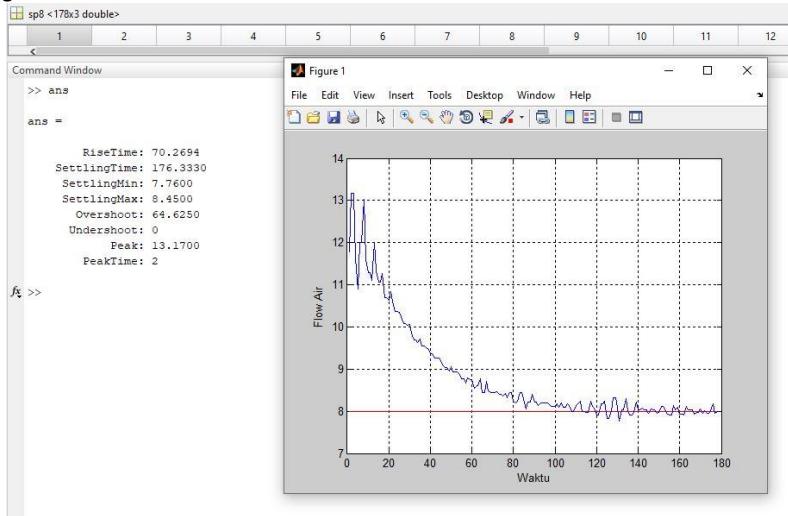
4.1. Data Hasil Penelitian

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor *Flow*

Sensor <i>Flow</i> (L/Min)						
Data Ke Berapa	Aliran 1	Aliran 2	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 5	Aliran 6
Data Ke- 1	1.6	4.1	5.3	6.2	7.2	8.5
Data Ke- 2	1.6	4.1	5.2	6.6	7.3	8.5
Data Ke- 3	1.5	4.1	5.3	6.6	7.6	8.6
Data Ke- 4	1.5	4.1	5.2	6.6	7.7	8.5
Data Ke- 5	1.6	4.1	5.3	6.5	7.8	8.6
Data Ke- 6	1.5	4.1	5.3	6.5	7.8	8.6
Data Ke- 7	1.5	4.1	5.3	6.7	7.8	8.5
Data Ke- 8	1.6	4.1	5.2	6.5	7.8	8.6
Data Ke- 9	1.5	4.1	5.3	6.6	7.8	8.5
Data Ke- 10	1.5	4.1	5.2	6.5	7.8	8.6
Data Ke- 11	1.4	4.1	5.3	6.5	7.8	8.5
Data Ke- 12	1.5	4.1	5.2	6.6	7.7	8.5
Data Ke- 13	1.5	4.1	5.3	6.6	7.8	8.5
Data Ke- 14	1.5	4.1	5.3	6.6	7.7	8.6
Data Ke- 15	1.5	4.1	5.3	6.6	7.7	8.6
Data Ke- 16	1.4	4.1	5.3	6.6	7.7	8.5
Data Ke- 17	1.5	4.1	5.2	6.5	7.8	8.6
Data Ke- 18	1.4	4.1	5.3	6.5	7.8	8.5
Data Ke- 19	1.5	4.1	5.3	6.5	7.7	8.4
Data Ke- 20	1.4	4.1	5.2	6.6	7.8	8.6
Rata-Rata (L/Min)	1.5	4.1	5.3	6.5	7.7	8.5
Flow Meter (L/Min)	1.5	4	5.1	6	7.4	8
Persentase Error (%)	0.0	2.5	3.9	8.3	4.1	6.3

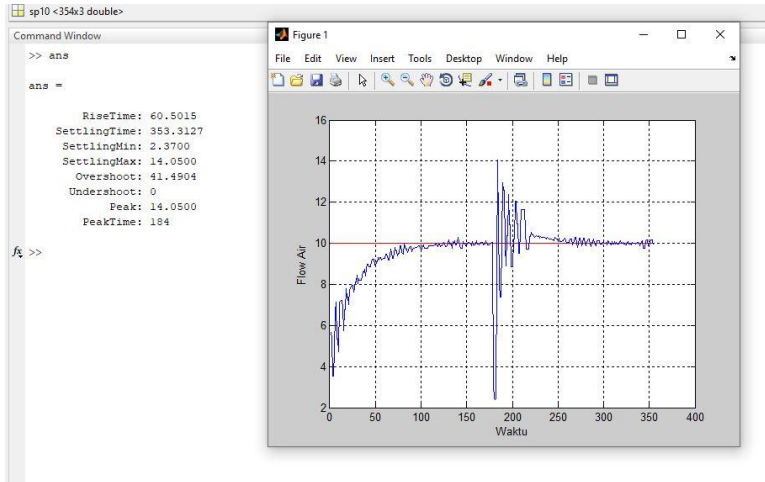
Tabel diatas merupakan hasil akuisisi data sensor *flow* yang di hitung dengan 6 sampel aliran air yang berbeda dengan masing-masing aliran dihitung sebanyak 20 kali kemudian hasilnya dirata-ratakan dan dibandingkan dengan alat perbandingan yaitu *flow* meter untuk mencari nilai persentase *error*nya.

Berikut merupakan hasil kontrol *Flow Rate* air menggunakan PID dengan *setpoint* 8 liter/menit dengan nilai $K_p = 9,6$ $K_i = 8,5$ $K_d = 1,2$ yang dapat dilihat pada gambar 13.



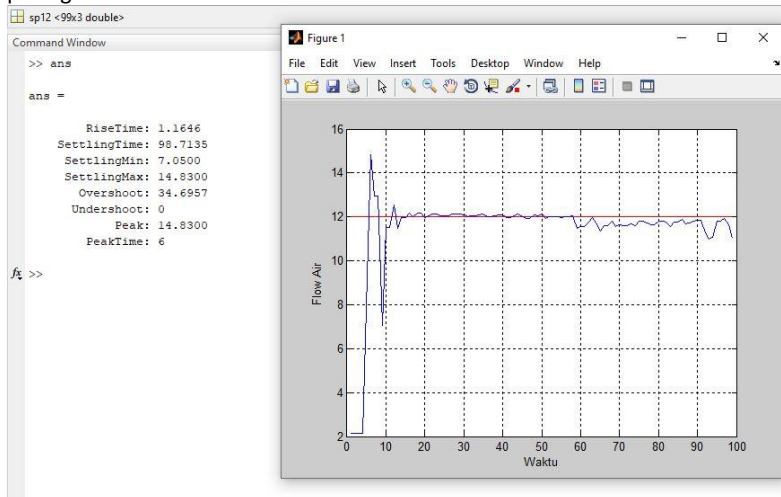
Gambar 13. Hasil *Setpoint* 8L/Min

Berikut merupakan hasil kontrol *Flow Rate* air menggunakan PID dengan *setpoint* 10 liter/menit dengan nilai $K_p = 9,6$ $K_i = 8,5$ $K_d = 1,2$ yang dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Hasil *Setpoint* 10L/Min

Berikut merupakan hasil kontrol *Flow Rate* air menggunakan PID dengan *setpoint* 12 liter/menit dengan nilai $K_p = 9,6$ $K_i = 8,5$ $K_d = 1,2$ yang dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Hasil *Setpoint* 12L/Min

Berikut merupakan program program *Matlab* respon sistem hasil kontrol untuk mencari *RiseTime*, *SettlingTime*, *SettlingMinimum*, *SettlingMaximum*, *Overshoot*, *Undershoot*, *Peak*, dan *PeakTime* dengan fungsi *stepinfo* yang dapat dilihat pada gambar 16.

```

respon_system_pid.m x
1 -   clc
2
3 -   t=sp12(:,1);
4 -   sp=sp12(:,2);
5 -   y=sp12(:,3);
6
7 -   plot(t,sp,'r',t,y,'b')
8 -   hold on
9 -   grid on
10
11 -  xlabel('Waktu')
12 -  ylabel('Flow Air')
13
14 -  stepinfo(y,t);

```

Gambar 16. Program *Matlab*

Berikut merupakan hasil pengujian aplikasi *smartphone* yaitu mengirim *setpoint* PID ke mikrokontroler pengontrol pompa air untuk dijadikan *setpoint* *Flow Rate* air yang dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Aplikasi *Smartphone* dan *Database*

No	Pertanyaan	Keterangan	
		Ya	Tidak
1.	Apakah <i>Database</i> dapat bekerja secara <i>online</i> ?	✓	
2.	Apakah <i>Interface</i> dapat tersinkronkan dengan data yang terdapat di <i>Database</i> ?	✓	

Berikut merupakan data yang tampil pada LCD saat pompa diberi 10 liter/menit yang dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Data LCD Pada Pompa Air

4.2. Pembahasan

1) Pengujian Pembacaan Sensor *Flow*

Sensor *flow* diuji dengan cara menghubungkannya pada mikrokontroler dan *flow* meter sebagai alat pembanding, dan memasukan program ke dalam mikrokontroler. Sehingga dapat diketahui apakah sensor tersebut dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Kemudian pengujian pengukuran alat ini dengan menggunakan wadah sebagai penampung keluaran air dari sensor *flow* tersebut. Hasil perhitungan akan ditampilkan pada layar LCD. Pengujian sensor *flow* dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian pembacaan sensor terhadap

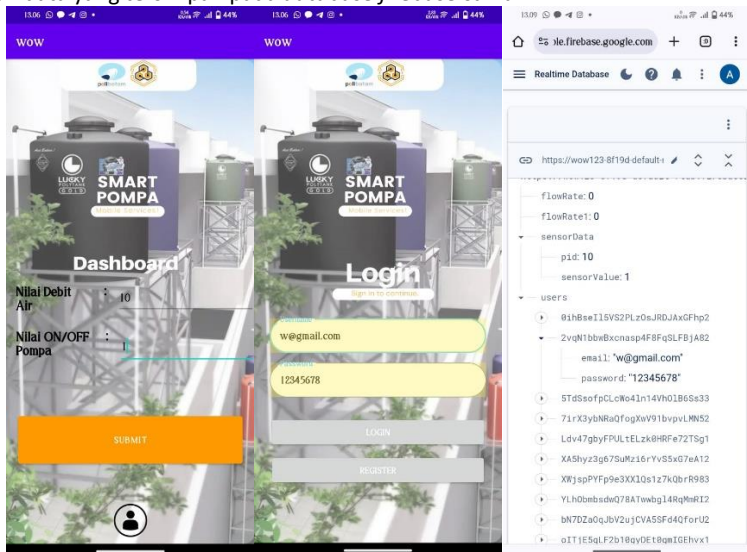
flow rate air yang terbaca pada *flow meter* sebagai alat pembanding serta persentase dari kesalahan (*error*) dengan membandingkan hasil pembacaan dengan *flow meter*.

2) Pengujian Kontrol *Flow Rate* Air PID

Pada pengujian kontrol *Flow Rate* air berbasis PID, metode *tuning* yang digunakan untuk PID adalah metode *trial and error* dengan cara memasukan nilai parameter K_p , K_i , dan K_d secara manual, lalu diperhatikan grafik PID dan ambil data sebanyak yang diperlukan dan dari data-data tersebut diambil yang paling bagus berdasarkan *RiseTime*, *SettlingTime*, *SettlingMinimum*, *SettlingMaximum*, *Overshoot*, *Undershoot*, *Peak*, dan *PeakTime*.

3) Pengujian Aplikasi *Smartphone*

Pada pengujian aplikasi *smartphone*, *username*, *password*, *setpoint* PID, dan *setpoint* sensor yang digunakan dimasukkan melalui aplikasi dan kemudian disimpan di *database firebase* yang kemudian dikirim ke mikrokontroler secara *realtime*. Pada gambar 18 dapat dilihat jika data yang dimasukkan pada aplikasi dan data yang tersimpan pada *database firebase* sama.



Gambar 18. Pengujian Aplikasi

4) Perbandingan Sistem

Berikut merupakan perbedaan aliran air sebelum dan sesudah dipasang dengan sistem kontrol motor DC pompa hisap yang dapat dilihat pada gambar 19. Sebelum sistem dipasang aliran air yang keluar lebih lambat dan sedikit dibandingkan dengan setelah sistem kontrol motor DC pompa hisap dipasang. Sesudah sistem dipasang aliran air dapat dikontrol menggunakan aplikasi sehingga air yang keluar sesuai dengan *setpoint* yang diatur pada aplikasi.



a) Sebelum

b) Sesudah

Gambar 19. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Alat Dipasang

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Untuk menguji sensor *flow* diperlukan beberapa hal, *flow* meter sebagai pembanding yang berfungsi membandingkan apakah pembacaan sensor sudah sesuai. Alat pembanding yang digunakan yaitu *flow* meter K24, *range* pengukuran *flow* air adalah 10 – 100 L/Min. Program sensor yang akurat juga diperlukan dalam pengujian sensor *flow*, program sensor *flow* dapat diambil pada *datasheet* yang sesuai dengan sensor yang digunakan. Pada data pengujian sensor *flow* pada Aliran 1 memiliki tingkat akurasi yang baik dengan persentase error 0,0%. Aliran 2 memiliki sedikit kesalahan sekitar 2,5%, namun masih dapat diterima. Aliran 3 dan 6 memiliki kesalahan yang relatif rendah sekitar 3,9% dan 6,3%, tetapi masih dalam batas toleransi. Aliran 4 memiliki persentase *error* yang agak tinggi sekitar 8,3%, perlu diperiksa lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi. Aliran 5 memiliki kesalahan sekitar 4,1%, perlu perhatian lebih lanjut. Secara keseluruhan, sensor *flow* menunjukkan kinerja yang baik, namun mungkin perlu kalibrasi atau peningkatan pada beberapa aliran untuk mengurangi kesalahan.

Hasil respon sistem pada *setpoint* 8 liter/menit memiliki *risetime* yang moderat. Waktu *settling* mungkin membutuhkan perbaikan untuk mencapai kestabilan lebih cepat. Terjadi *overshoot* yang signifikan (64.6250%), yang dapat dianggap tinggi tergantung pada aplikasi dan persyaratan sistem. Tidak ada *undershoot* yang baik. Nilai puncak respon cukup tinggi (13,1700), yang menunjukkan respons yang kuat terhadap perubahan. Waktu mencapai nilai puncak relatif cepat (*PeakTime*: 2). Dengan demikian, perbaikan pada waktu *settling* dan mengurangi *overshoot* mungkin dapat meningkatkan performa sistem kontrol.

Hasil respon sistem pada *setpoint* 10 liter/menit memiliki *risetime* yang relatif cepat. Waktu *settling* sangat tinggi, dan mungkin perlu diperbaiki untuk mencapai kestabilan lebih cepat. Terdapat *overshoot* yang dapat diterima (41,4904%). Tidak ada *undershoot* yang positif. Nilai puncak respon cukup tinggi (14,0500), menunjukkan respon yang kuat terhadap perubahan. Waktu mencapai nilai puncak cukup lama (184 detik). Keseluruhan, sistem mungkin memerlukan penyesuaian lebih lanjut untuk mengurangi waktu *settling* dan memperbaiki performa keseluruhan.

Hasil respon sistem pada *setpoint* 12 liter/menit memiliki *risetime* yang sangat cepat. Waktu *settling* relatif moderat, menunjukkan bahwa sistem dapat mencapai kestabilan dalam waktu yang wajar. Terdapat *overshoot* yang dapat diterima (34,6957%). Tidak ada *undershoot* yang positif. Nilai puncak respon cukup tinggi (14,8300), menunjukkan respons yang kuat terhadap perubahan. Waktu mencapai nilai puncak cukup cepat (6 unit waktu). Keseluruhan, sistem ini menunjukkan performa yang baik dengan *risetime* yang sangat cepat dan waktu

settling yang moderat. *Overhoot* yang dapat diterima, dan tidak ada *undershoot*, juga menunjukkan respons yang stabil terhadap perubahan *setpoint*.

Penggunaan aplikasi *smartphone* untuk mengendalikan sistem kontrol motor DC pompa hisap berbasis PID memberikan fleksibilitas dan kemudahan akses. Respon kontrol cepat, kustomisasi *setpoint*, dan integrasi yang mudah merupakan keunggulan utama. Keseluruhan, aplikasi *smartphone* dapat memberikan penggunaan yang efisien, efektif, dan nyaman dalam mengelola dan mengontrol sistem kontrol motor DC pompa hisap.

5.2. Saran

Berdasarkan pengalaman yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini, ada beberapa saran untuk arah perkembangan teknologi ini selanjutnya.

1. Menekan dari segi ukuran untuk memperkecil alatnya agar lebih *portable*.
2. Menambah program untuk sensor agar dapat mengkalkulasi jumlah total air yang sudah keluar sejak awal sistem dioperasikan.
3. Menampilkan waktu jam dan juga timer pada LCD yang bisa membantu user.
4. Membuat fitur otomatis uang mana sistem beroperasi sesuai waktu yang diatur melalui aplikasi seperti alarm.
5. Sistem sebaiknya menggunakan jaringan internet yang stabil agar kecepatan pengiriman data sensor lebih cepat.

Daftar Pustaka

- Andreas, A. *et al.* (2020). "Kontrol Kecepatan Motor Pompa Air DC Menggunakan PID-CSA Berdasarkan Debit Air Berbasis Arduino", *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 1(01), pp. 1–14. Online. Available at: <https://doi.org/10.31328/jasee.v1i01.3>.
- Ependi, D.H. (2022). "Kontrol kondisi *smart Greenhouse Paprika* menggunakan PID berbasis Mikrokontroler *Nodemcu ESP8266*" (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- Faishol, M., Ismail, M. and Hapsari, J.P. (2022). "Design and Build a Water Pump Protection Tool Using IoT (Internet Of Things) Based Water Flow Sensor". *Journal of Applied Science and Technology*, 2(02), pp. 16-27.
- Hartanto, A. and Kamarudin, K., 2020. Analisa Pressure dan Level pada CE33 Electronic Process Control Berbasis PID. *Journal of Applied Sciences, Electrical Engineering and Computer Technology*, 1(2), pp.13-18.
- Mohammad Arief Wicaksono. (2020) "Komparasi Perangkat Lunak pengembang Aplikasi *Android* dengan Metode *Qualitative Weight and Sum* Studi Kasus Aplikasi *Sudoku*", *Jurnal Resistor*. Online. Available at: <http://jurnal.stikiindonesia.ac.id/index.php/jurnalresistor>.
- Muhammad Aldo. (2021). "Analisa Kebutuhan Spesifikasi Pompa Untuk Suplai Air Bersih Di Gedung Asrama Putra Universitas Islam Riau". Online. Available at: <https://repository.uir.ac.id/16134/>
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/41564/35774>.
- Nurma Aulia Tarmizi. *et al.* (2019). "Sistem Kontrol Kecepatan Aliran Keluaran Tangki Air Menggunakan Kontroler PID dilengkapi Sistem Monitoring Berbasis *Internet of Things*". Online. Available at: <http://elkolind.polinema.ac.id/index.php/elkolind/article/view/158>.
- Parwati Putra, G. (2021). "Pengontrolan Kecepatan Motor Pompa Air DC 12V Menggunakan Kontroler PID dengan Variasi Debit Air Pada Perkebunan Hidroponik", (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Roni Sinaga. (2019). "Pengendali Kecepatan Motor DC Menggunakan Sensor *Hall* Berbasis Mikrokontroler *Atmega 8535*", pp. 1-8.
- Suryana, T. (2021) "Implementasi Komunikasi *Web Server Nodemcu Esp8266* dan *Web Server Apache MySql* Untuk Otomatisasi Dan Kontrol Peralatan Elektronik Jarak Jauh Via Internet", pp. 1-37.
- Tika, S.W., Baqaruzi, S. and Muhtar, A. (2021). "Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengontrolan Debit Air Menggunakan Kontrol PID". *ELECTRON: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(1), pp.41-47
- University of Michigan. (2019). Introduction: PID Controller Design. Control TutorialsMatlab&

Simulink, Online. Available at: <https://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=Introduction§ion=ControlPID>.

Wonohadidjojo, D.M. and Santoso, H., 2022. "Sistem Kendali Jarak Jauh untuk *Smart Home* Melalui Aplikasi *Android* Menggunakan *NodeMCU* dan *Firebase*". Buletin Poltanesa, 23(1)

Biodata



Nama : Louise Jerry Closse
TTL : Batam, 12 November 2002
Agama : Kristen
Alamat : Bengkong Dalam Jl Aceh No 21
Email : pasaribu1225@gmail.com
Riwayat SMA/SMK : SMAN 8 BATAM
Pendidikan SMP : SMPN 4 BATAM



Nama : March Michael
TTL : Batam, 08 Maret 2003
Agama : Kristen
Alamat : Kav. Sumber Jadi Blok A6 No 56
Email : marchmichael186@gmail.com
Riwayat SMA/SMK : SMK Negeri 5 Batam
Pendidikan SMP : SMP Negeri 21 Batam



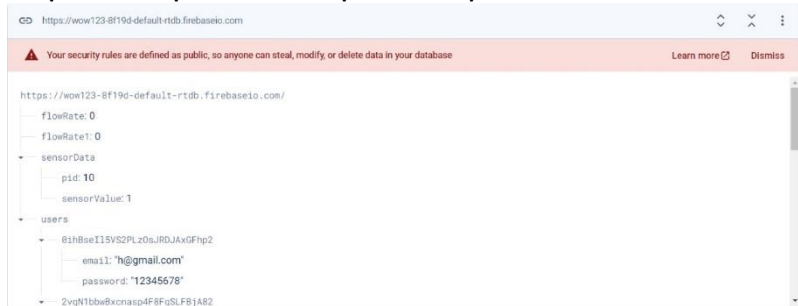
Nama : Masyogi Waluyo
TTL : Batam, 31 Desember 2002
Agama : Islam
Alamat : Graha Nusa Batam Blok E No 1
Email : masyogi.waluyo0@gmail.com
Riwayat SMA/SMK : SMA Negeri 19 Batam
Pendidikan SMP : SMP Azzaniyah Batam

Lampiran

Lampiran 1. Gambar Alat Jadi



Lampiran 2. Tampilan Database Aplikasi *Smartphone*



Lampiran 3. Program Sistem Kontrol Motor DC Pompa Hisap

<https://docs.google.com/document/d/1c08ujiU1L3CDX8R33tlzZLI50FoSEfRC/edit?usp=sharing&oid=113020436111143939587&rtpof=true&sd=true>

Lampiran 4. Tabel Data PID

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1qYDs_zpkpt3KoM8AR3YngrM3dIYJsHOt0kqp-WHK1-l/edit?usp=sharing