

Liquid Level Control System Using Arduino and Matlab-GUI

Sistem Kendali Level Cairan Menggunakan Arduino Berbasis GUI-Matlab

Risfendra^{1*}, Miftahul Jannah¹, Dwi Sudarno Putra²

Abstract

Control of the liquid level in the industry is very concerning. Without liquid level control, the output of the liquid level will be different, this will result in a different output that affects the process. However, for monitoring the level and filling of the resulting storage tank, for example, the procedure remains conventional, it's miles essential to reveal the machine in order that paintings may be finished correctly and effectively. This examine proposes tracking the liquid stage machine the usage of Arduino Uno primarily based totally on Matlab Graphical User Interface (GUI). The parameters monitored are the given setpoint and the measured liquid stage within the tank. The prototype for tracking the liquid stage machine became made on this examine to be examined at the machine. The effects of the checks finished display that the proposed liquid stage tracking machine has been capable of well reveal stage parameters.

Keywords

Monitoring system, GUI Matlab, Arduino UNO, liquid level system.

Abstrak

Kendali atau kontrol terhadap level cairan pada industri termasuk salah satu yang sangat diperhatikan. Tanpa kontrol level cairan, keluaran level cairan akan berbeda, hal ini akan menghasilkan keluaran yang beda sehingga mempengaruhi proses. Namun, untuk pemantauan level dan pengisian tangki penyimpanan yang dihasilkan, misalnya, prosedurnya tetap konvensional, maka perlu dilakukan monitoring sistem agar pekerjaan dapat dilakukan dengan baik dan tepat guna. Penelitian ini mengusulkan sistem monitoring level cairan menggunakan Arduino Uno berbasis Graphical User Interface (GUI) Matlab. Parameter yang dimonitor adalah *setpoint* yang diberikan dan level cairan dalam tangki yang terukur. *Prototype* sistem monitoring level cairan dibuat dalam penelitian ini untuk diujicobakan pada sistemnya. Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa sistem monitoring level cairan yang diusulkan telah mampu memonitor parameter level dengan baik.

Kata Kunci

Sistem monitoring, GUI Matlab, Arduino UNO, sistem level cairan.

¹ *Program Studi Teknik Elektro Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang*

Jl. Prof. Dr. Hamka No.1, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25173

² *Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang*

Jl. Prof. Dr. Hamka No.1, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang, Sumatera Barat 25173

* risfendra@ft.unp.ac.id

Submitted : July 25, 2022. Accepted : August 08, 2022. Published : August 09, 2022.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri seiring dengan peningkatan kebutuhan akan inovasi dan perubahan yang cepat, hal ini tidak lain adalah untuk membantu kebutuhan hidup manusia[1]. Salah satu sektor penting dalam industri yaitu industri pengolahan yang memerlukan pengendalian parameter proses [2][3]. Pengendalian atau pengontrolan level cairan pada industri termasuk salah satu yang sangat diperhatikan[4]. Tanpa adanya kontrol terhadap level cairan maka proses pengolahan tidak bisa presisi, sehingga menghasilkan hasil/produk akhirnya tidak sesuai dengan yang diinginkan[5].

Di beberapa industri, karena alasan biaya sistem pengendalian yang mahal, maka proses untuk pengendalian kondisi level cairan berikut dengan proses pengisian tangki penyimpanan cairan masih menggunakan sistem konvensional[6]. Di lain sisi, teknologi untuk mengendalikan level cairan di dalam tangki sudah banyak diaplikasikan[7]. Sistem pengendalian level cairan pada tangki yang dimaksud adalah dengan cara memompakan cairan ke dalam tangki, lalu menyimpan di dalamnya dan kemudian memompa lagi ke tangki lain dengan jumlah/level yang telah ditentukan [8]. Lebih lanjut, dalam proses pengolahan, pengendalian ini memerlukan *monitoring interface* yang mudah dibaca oleh operator proses. Sejalan dengan hal itu, beberapa penelitian terkait sistem monitoring level cairan dalam tangki telah banyak dilakukan, diantaranya sistem kendali level ketinggian air dengan antarmuka *Visual Basic 6.0* [9], penerapan kontroler PID dalam sistem kendali level cairan dengan *Visual Basic NET* [10]. Penelitian tersebut telah berhasil dilakukan dan dikembangkan dengan software yang sama yaitu *Visual Basic*.

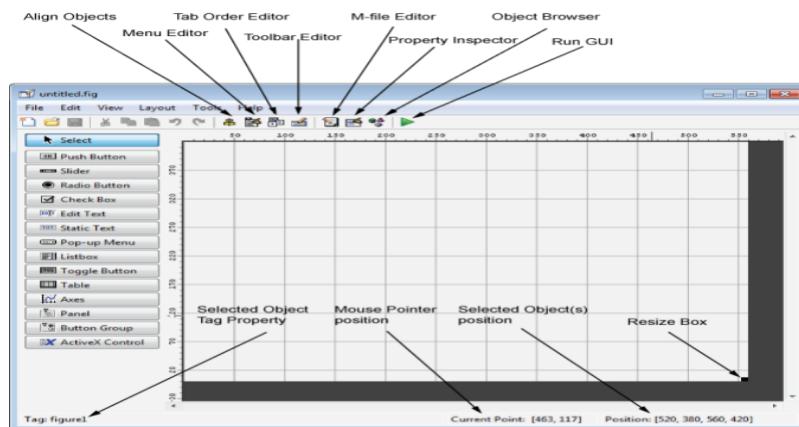
Penelitian ini mengusulkan sistem pemantauan level cairan menggunakan Arduino Uno dengan interface *graphical user interface* (GUI) Matlab. Kebaharuan yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah penggunaan *software* Matlab 2018b. Pada perangkat lunak Matlab 2018b terdapat *instrument control toolbox* yang mencakup *support package* dimana hal ini memungkinkan penggunaan kelas instrumen tertentu untuk menggunakan salah satu dukungan instrument yang ada[11]. Fitur *support package* pada *instrument control toolbox* dari Matlab ini dapat dengan mudah menyediakan komunikasi antara *Personal Computer* (PC) selaku *control-host* dengan Arduino UNO.

Penelitian ini menggunakan *prototype* sistem pengontrolan level cairan pada sebuah tangki. Level cairan akan disetting dan dimonitor sekaligus melalui PC, set-point level akan diterjemahkan dan menjadi rujukan untuk mengaktifkan pompa air sedangkan data aktual level cairan pada prototype diambil dengan sebuah sensor.

Graphical User Interface Matlab 2018b

GUI Matlab atau *GUIDE* (*Graphical User Interface Development Environment*) merupakan sebuah aplikasi *display* yang dibuat dengan objek grafis seperti tombol, kotak *teks*, bilah geser, *menu* dan lainnya[12]. MathWorks telah menyediakan Matlab untuk *programmer* dengan seperangkat komponen yang terstruktur dalam bentuk kontrol antarmuka pengguna (*uicontrols*) dan menu (*uimenus*) yang dapat dengan mudah dirakit dan digunakan untuk membuat GUI[13]. Penggunaan *GUIDE* Matlab ini memudahkan programmer dalam memprogram dan mendesign tampilan GUI. Kemudian dengan *instrument control toolbox* yang berisi banyak sekali *support package*, salah satunya yaitu *package* Arduino Uno, maka komunikasi antara GUI dengan kontroler dapat dibuat dengan mudah.

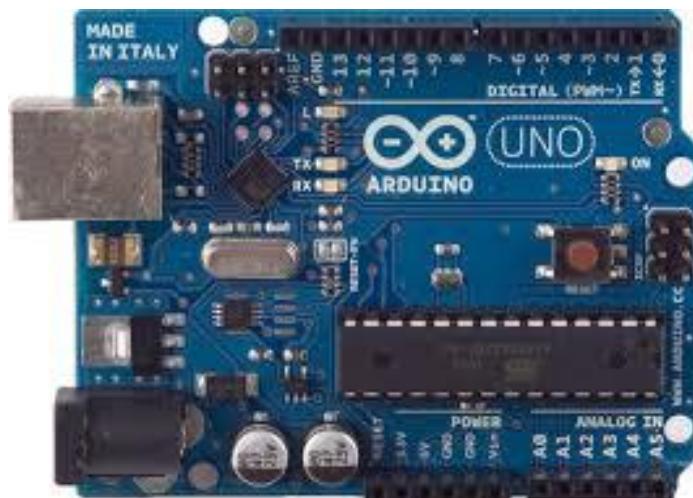
GUIDE Matlab 2018b seperti pada Gambar 1 memiliki *workspace window* yang dapat diisi dengan *tools* yang tersedia dan dapat diatur sesuai kebutuhan pengguna. Selanjutnya *file* *GUIDE* akan tersimpan dengan ekstensi .fig, dan .m. Ekstensi *.fig merupakan deskripsi lengkap tentang objek gambar dan lainnya, sedangkan ekstensi *.m digunakan untuk membuat program dalam bentuk m-file yang menyediakan kerangka kerja untuk mengendalikan GUI.



Gambar 1. Layout Editor Matlab 2018b[13]

Arduino Uno

Arduino Uno merupakan papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328[14]. IC (*Integrated Circuit*) dengan 14 pin masukan dan keluaran digital, 6 pin sebagai keluaran PWM, 6 pin berfungsi sebagai masukan analog, resonator kristal keramik 16 MHz, kontak USB, soket adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol pengaturan ulang[15]. Bentuk fisik secara umum dari Arduino UNO terlihat seperti pada Gambar 2.

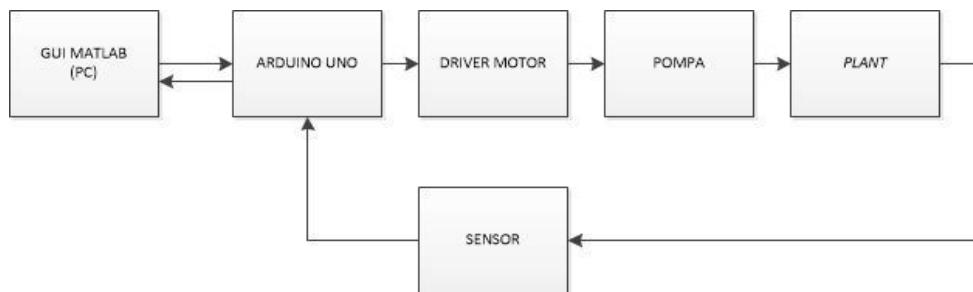


Gambar 2. Board Arduino Uno[14]

Arduino merupakan mikrokontroler *opensource framework* papan terkecil. Keuntungan sifat *open source* memungkinkan kita untuk memanfaatkan semua segmen yang tersedia. Perkembangan yang ada saat ini memungkinkan Arduino Uno dapat diprogram dengan *software* lain tanpa menggunakan Arduino IDE seperti biasanya. Hal ini memungkinkan aplikasi Matlab dapat terintegrasi dengan Arduino Uno sehingga memudahkan pengguna dalam menggunakan Arduino Uno dan Matlab secara bersamaan.

METODE PENELITIAN

Penelitian tentang sistem pemantauan level cairan ini dilakukan dengan menggunakan sebuah *prototype plan* yang menggambarkan prinsip pengoperasian sistem pengontrolan level cairan pada tangki. Proses penelitian dilakukan dengan Langkah-langkah perancangan sistem, pembuatan sistem dan pengujian sistem. Sistem monitoring yang dirancang dalam penelitian ini ditunjukkan pada diagram blok pada Gambar 3.

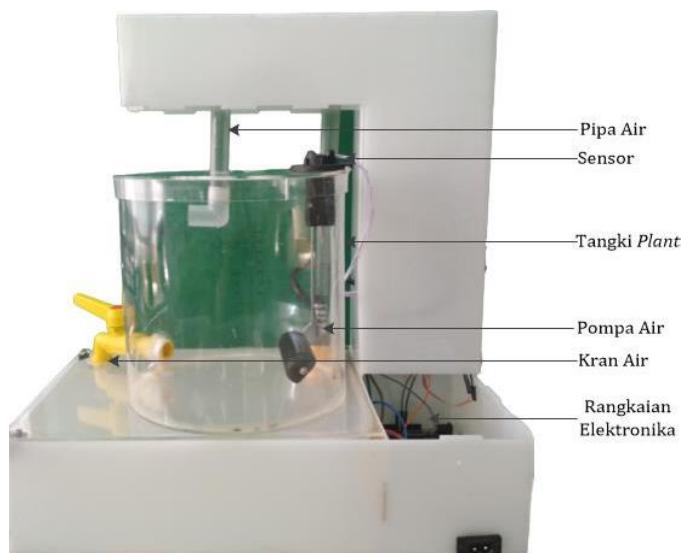


Gambar 3. Blok diagram sistem yang dikembangkan

Penjelasan gambar 3 pada blok diagram adalah sebagai berikut:

1. Driver Motor berguna sebagai penerjemah data dari Arduino Uno sehingga dapat melakukan pengaturan kecepatan motor pada pompa.
2. Pompa digunakan sebagai aktuator yang memasukan cairan kedalam tangki.
3. Sensor digunakan sebagai pendekripsi level cairan dalam tangki. Sensor ini berupa potensiometer yang dilengkapi dengan pelampung.
4. Arduino Uno sebagai prosesor penerjemah informasi dari PC ke actuator dan sekaligus memperoleh data dari sensor dan meneruskannya ke PC.
5. GUI MATLAB merupakan aplikasi antarmuka yang dikembangkan dengan Matlab yang berperan sebagai pusat pengendalian dan pusat monitoring dari proses yang berjalan.
6. *Plant* pada adalah prototype tangki berupa tabung dengan daya tamping air 4,5 liter yang dilengkapi dengan keran.

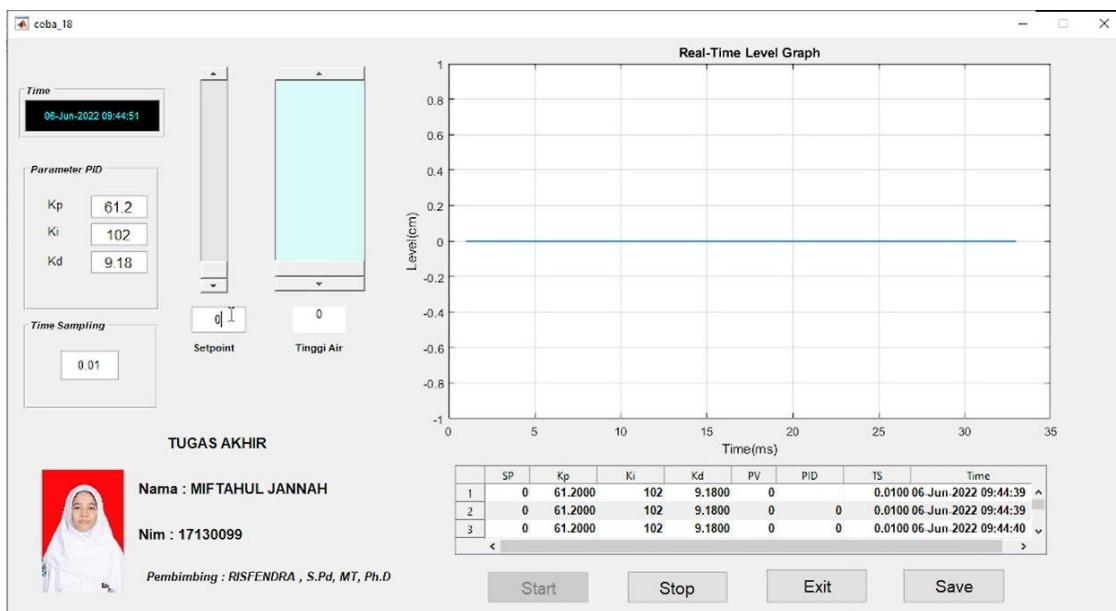
Gambar 4 menunjukkan perangkat keras atau *prototype* sistem pemantauan level cairan menggunakan Arduino Uno berbasis GUI MATLAB yang diusulkan dalam penelitian ini.



Gambar 4. Prototype Plan

Informasi level cairan diperoleh dari sensor yang dipasang pada tangki *plant*. Data yang diperoleh diteruskan ke Arduino Uno untuk diolah dan ditampilkan pada GUI Matlab. Proses pengendalian menggunakan metode kendali PID. Nilai-nilai K_p, K_i dan K_d dihitung terlebih dahulu menggunakan metode Ziegler Nichols dan kemudian diprogramkan/dimasukkan ke dalam aplikasi interface yang dibuat.

Gambar 5 menunjukkan tampilan mula sistem pemantauan level ketinggian cairan pada GUI Matlab. Data level cairan dalam tangki, nilai kendali PID, nilai *setpoint* yang diolah pada Matlab 2018b ditampilkan dalam bentuk grafis dan angka pada GUI Matlab.

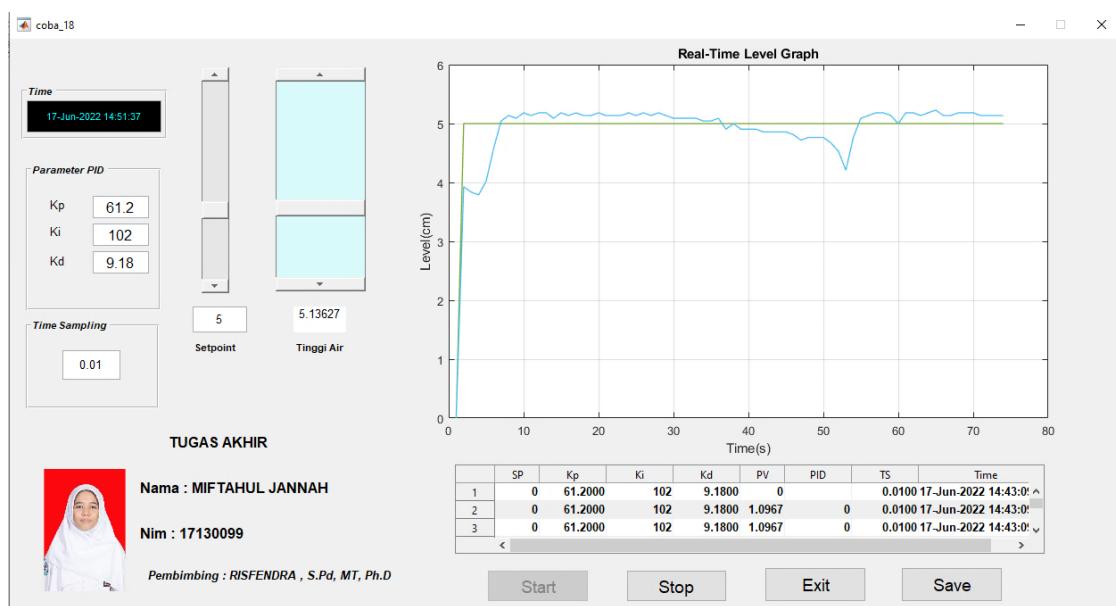


Gambar 5. Tampilan mula yang dikembangkan dengan GUI Matlab 2018b

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Monitoring Level Cairan

Pengujian sistem monitoring ini dilakukan dengan cara mengaktifkan sistem lalu menyambungkan sistem ke *prototype process plant* yang sudah dibuat. Setelah semua terkoneksi dengan baik maka pada layar PC akan muncul tampilan sistem monitoring level cairan menggunakan GUI Matlab 2018b ditunjukkan pada Gambar 5. Kemudian kita dapat menjalankan sistem dengan menekan tombol *start* pada GUI Matlab lalu menginputkan *setpoint* pada kolom *setpoint*. Pompa akan aktif memasukkan cairan ke dalam tangki, dan disaat yang sama sensor akan mengirimkan informasi level cairan yang ada ke PC melalui Arduino dan ditampilkan secara realtime. Pada Gambar 6, data data *setpoint* =5 berupa garis warna hijau sedangkan data realtime dari tangki diwakili oleh pergerakan garis warna biru.



Gambar 6. Perbandingan data setpoint(garis-hijau) dan data realtime (garis-biru)

Dari Gambar 6 terlihat kondisi *steady-state* diperoleh setelah detik ke 8 s. Hal ini terbukti dengan level air yang stabil dan pompa tidak lagi aktif untuk memasukkan air ke dalam tangki. Kemudian untuk memvalidasinya, hasil pengisian diukur secara manual terhadap plant yang ada. Gambar 7 menunjukkan bahwa saat diberikan *setpoint* = 5 cm terbukti dapat menghasilkan pengisian level cairan pada level 5 cm.



Gambar 7. Level Cairan Pada Tangki *Plant*

Pengujian respon pengendalian terhadap perubahan jumlah cairan

Masih berdasarkan hasil pengujian pada Gambar 6, pada detik ke 30s dilakukan pengurangan jumlah/level cairan dengan membuka keran air pada tangki sehingga level air turun. Perlakuan ini sengaja dilakukan untuk melihat respon sistem terhadap adanya ganguan atau perubahan beban berupa berkurangnya level aktual tangki terhadap setpoint. Terlihat dari grafik, garis *real-time* menunjukkan adanya penurunan beberapa saat (kurang dari 5 cm) dan kemudian mampu naik lagi menuju setpoint (5 cm) pada detik ke 55s. Hal ini terjadi karena pada waktu yang sama sistem merespon berkurangnya level ini. Respon yang dimaksud adalah dengan mengaktifkan pompa agar memasukkan cairan ke dalam tangki.

Pengujian dengan variasi *incremental setpoint*

Pada pengujian ini *setpoint* dinaikkan secara bertahap dari level 1 cm hingga 8 cm selama 250 s. Pemantauan pergerakan *realtime graph* dan pengukuran level secara manual dilakukan pada pengujian ini untuk melihat apakah sistem dapat berjalan dengan baik secara kontinyu. Hasilnya, *realtime graph* terlihat pada gambar 8 sedangkan pengukuran manual untuk memvalidasi level cairan tertabulasi pada Tabel 1.



Gambar 8. Hasil pengujian dengan variasi *incremental setpoint*

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengujian Data manual measurement dan average realtime graph dari GUI

No.	Setpoint (cm)	Manual measurement (cm) dan % error	Realtime graph (cm) dan % error		
1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1	1.10	10.00	1.08	8.00
3	2	2.20	10.00	2.18	9.00
4	3	3.30	10.00	3.30	10.00
5	4	4.20	5.00	4.20	5.00
6	5	5.00	0.00	5.00	0.00
7	6	6.20	3.33	6.18	3.00
8	7	7.10	1.43	7.10	1.43
9	8	8.10	1.25	8.14	1.75
		Rerata error	4.56	Rerata error	4.24

Secara umum dari Gambar 8 dan Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa sistem dapat beroperasi secara kontinyu dan mengikuti setpoint dengan baik dengan rerata error sebesar 4,56%.

Berdasarkan ketiga hasil pengujian yang telah dideskripsikan di atas terbukti bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan pengendalian level cairan pada sebuah tangki utamanya dalam proses pengisian tangki. Monitoring realtime berupa pergerakan garis grafik terbukti mampu merepresentasikan kondisi cairan di dalam tangki selama proses pengisian tangki. Sistem juga mampu merespon kenaikan set point secara bertahap. Sistem pengendalian yang digunakan juga terbukti mampu merespon dengan baik ketika ada gangguan berupa berkurangnya level cairan pada tangki terhadap setpoint yang ada.

Secara keseluruhan, hal yang masih mungkin untuk dikembangkan dari penelitian ini adalah bagaimana mendesain dan merealisasikan sebuah sistem yang bukan hanya mampu merespon penambahan setpoint level tangki, namun juga mampu merespon pengurangan setpoint level dari tangki tersebut.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mewujudkan sebuah sistem monitoring level cairan dengan menggunakan Arduino-UNO berbasis GUI Matlab. Parameter yang dikendalikan dan dimonitor adalah level cairan dalam tangki berdasar *setpoint* yang diinputkan melalui interface GUI Matlab. Informasi aktual level tangki diperoleh dengan menggunakan sensor berupa potensiometer berpelampung. Pompa cairan digunakan sebagai aktuator sistem yang akan memasukkan cairan ke dalam tangki. Rancangan sistem monitoring level cairan ini telah berhasil diuji dan divalidasi hasilnya pada beberapa *setpoint*. Selain itu, dengan menggunakan pengendalian PID, sistem terbukti mampu merespon berkurangnya level cairan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. A. Simanullang, P. S. Rudati, and Feriyonika, "Sistem PID Pengendali Level Ketinggian Air Berbasis Modbus / TCP - LCU dan Industrial Field Control Node - RTU," *Irons, Industrial Research Work. Natl. Semin. Negri Bandung*, pp. 653–661, 2017.
- [2] Muhammad Nur Fatah Muizz and Bambang Supriatno, "Rancang Bangun Pengendalian Level Air Otomatis Pada Tangki dengan Servo Valve berbasis Pid Controller," *Tek. Eletro*, vol. 8, no. 1, pp. 155–162, 2019.
- [3] S. W. Jadmiko, L. A. Suyitno, F. M. Lukman, and B. T. G. Gibran, "Aplikasi Kendali PID pada

- Simulator Water Level Control Berbasis TK-Series Controller," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 6, no. 1, p. 155, 2021, doi: 10.31544/jtera.v6.i1.2021.155-162.
- [4] M. Berbasis, "Perbandingan Metode Tuning Ziegler-Nichols dan Cohen-Coon : Implementasi ke Ketinggian Air," no. November 2020, pp. 153–168, 2021.
- [5] P. Dalam and S. Kontrol, "Proporsional-Integral-Derivatif(PID)kontrol adalah tiga mode kontrol dasar yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi saat ini, terutama di pabrik dan proses industri. Contoh dari jenis proses ini adalah yang berkuasa 203," vol. 1, no. 1, pp. 203–224, 2016.
- [6] A. Pranata, A. Info, and F. Logic, "FUZZY LOGIC PADA SIMULATOR PENGAWASAN," vol. 20, no. 1, pp. 44–51, 2021.
- [7] N. Gusriani and M. Yuhendri, "Monitoring Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Arduino Berbasis GUI Matlab," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 229–233, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.76.
- [8] T. Ziegler *et al.*, "Realisasi Real-Time Hardware-in-the-Loop untuk Level Cairan dengan Realisasi Real-Time Hardware-in-the-Loop untuk Level Cairan," 2018.
- [9] I. K. Ananda, I. Husnaini, and U. N. Padang, "Sistem Kendali Level Ketinggian Air dengan Controller PID Menggunakan Arduino Mega 2560 dan Antarmuka Visual Basic 6 . 0," vol. 2, no. 2, pp. 233–239, 2021.
- [10] T. Pujiati and R. Rifsendra, "Penerapan Kontroler PID Pada Sistem Kendali Level cairan Dengan Metode Ziegler-Nichols Berbasis Arduino," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 55–60, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.123.
- [11] I. The MathWorks, "Hardware Support Packages," 2022. <https://www.mathworks.com/help/instrument/hardware-support-packages.html> (accessed Jun. 15, 2022).
- [12] *Graphics and GUIs*. 2003.
- [13] I. The MathWorks, "Create apps with graphical user interfaces in MATLAB," 2022. https://www.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html?s_tid=srchtitle_GUI_MATLAB_1 (accessed Jun. 15, 2022).
- [14] P. R. Manual, "Arduino ® UNO R3 Target areas : Arduino ® UNO R3 Features," pp. 1–13, 2021.
- [15] H. Suryantoro, "Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali," *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 3, p. 20, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i3.48718.