

Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik

Amelia Alawiah¹, Adnan Rafi Al Tahtawi^{2,#}

Abstrak— Kendali dan *monitoring* ketinggian air dalam sebuah tangki merupakan salah satu instrumentasi komputer elektronika yang diperlukan di industri. Makalah ini membahas tentang sistem kendali dan *monitoring* ketinggian air pada suatu tangki berbasis sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik merupakan suatu perangkat yang dapat mengukur jarak suatu objek dengan memanfaatkan pantulan gelombang ultrasonik. Sistem kendali dirancang menggunakan relai sebagai saklar yang diatur oleh mikrokontroler dengan metode kendali histerisis. Untuk menampilkan data pengukuran, perangkat antarmuka dirancang pula dengan menggunakan perangkat lunak *Processing* dalam bentuk grafik, diagram batang, status pompa, dan durasi pengisian/pengosongan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan mampu mengukur ketinggian air dari 5 cm sampai 25 cm dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 4,93%. Sistem kendali histerisis yang dirancang mampu menghasilkan respon keluaran sistem sesuai dengan nilai referensi yang diberikan tanpa menghasilkan efek perpindahan cepat pada relai. Sebagai tambahan, sistem *monitoring* ketinggian muka air dapat ditampilkan dalam bentuk antarmuka pada perangkat lunak *Processing* secara interaktif.

Kata kunci— Sistem kendali, *monitoring*, histerisis, ketinggian air, sensor ultrasonik

Abstract— *Control and monitoring systems of the water level tank is one of electrical, computer instrumentation that needed in industrial process. This paper presents control and monitoring systems of water level in a tank based on ultrasonic sensor. The ultrasonic sensor is a device that can measure the distance of an object by using ultrasonic wave deflection. The control system is designed using relay as a switch which is controlled by a microcontroller with hysteresis control law. For monitoring and measurement data, the interface device is also designed using the Processing software in form of graphic, bar chart, pump state, and charging/discharging duration. Testing result shows that the ultrasonic sensor that used able to measure water level of 5 cm to 25 cm with error measurement 4.93%. A hysteresis control system that designed can produce output responses according to the setpoint value without generating relay's chattering. As an addition, monitoring system of water level can be displayed in the form of a software interface on the Processing interactively.*

Keywords— *Control system, monitoring, hysteresis, water level, ultrasonic sensor*

I. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas dari produksi dalam suatu industri, diperlukan sistem otomasi yang handal dan akurat. Salah satu sistem instrumentasi yang memerlukan keakuratan yaitu sistem kendali ketinggian air dalam suatu tangki. Sistem ini dirancang untuk mengendalikan ketinggian

permukaan air dalam suatu tangki agar sesuai dengan nilai referensi (*setpoint*) ketinggian yang diberikan. Ketidakakuratan pengukuran dalam sistem tersebut seringkali dapat menyebabkan kerugian, terutama dalam proses produksi. Dengan demikian, diperlukan suatu sistem kendali ketinggian air pada tangki untuk menjaga kestabilan dan keakuratan pengukuran pada sistem tangki tersebut. Selain itu, untuk mempermudah melakukan pemantauan (*monitoring*) pada sistem tersebut, maka diperlukan adanya perangkat antarmuka yang dapat mempermudah pengguna (*user*) berinteraksi dengan sistem. Perangkat antarmuka dapat dirancang untuk menampilkan status ketinggian air, durasi pengisian/pengosongan, data pengukuran, maupun sistem interaktif.

Sistem serupa telah dirancang dengan menggunakan relai, sensor ketinggian air, dan mikrokontroler PIC untuk mengendalikan ketinggian air [1]. Simulasi sistem kendali ketinggian air menggunakan mikrokontroler AT89C52 [2] dan Arduino Uno pada Proteus [3] berbasis sensor *water level* juga telah dirancang. Mikrokontroler komputasi tinggi seperti Mbed NXP LPC1768 juga telah dimanfaatkan untuk sistem ini dengan mengintegrasikan dengan perangkat lunak *LabView* [4]. Selain mikrokontroler, sistem ini juga dapat dirancang dengan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai perangkat komputasinya [5]. Terakhir, integrasi antara sistem *monitoring* ketinggian air dalam tangki berbasis *Short Message Services* (SMS) juga dapat dikembangkan seperti yang dilakukan oleh [6] dan [7].

Berbeda dengan sistem yang dirancang [1]-[7], pada penelitian ini sistem kendali ketinggian air dirancang dengan menggunakan sensor ultrasonik dan modul mikrokontroler *Arduino Uno*. Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memanfaatkan pantulan gelombang ultrasonik sebagai media pengukurannya. Keunggulan dari sensor ini salah satunya adalah data pengukuran yang didapat bersifat analog dan dapat mendeteksi perubahan ketinggian yang kecil. Untuk mengatasi ketidakstabilan sensor, maka pada sistem ini dilengkapi kendali histerisis. Kendali ini berfungsi untuk menghilangkan efek perpindahan cepat pada relai ketika terjadi ketidakstabilan sensor saat berada pada titik referensi. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi antarmuka untuk *monitoring* dengan menggunakan perangkat lunak *Processing*. Perangkat lunak ini digunakan karena sederhana dalam penggunaannya dan telah terintegrasi dengan *Arduino*.

II. SISTEM KENDALI DAN *MONITORING*

A. *Sensor Ultrasonik*

Untuk mendeteksi ketinggian air dalam suatu tangki, pada sistem ini digunakan sensor ultrasonik (Gbr. 1). Sensor dapat dipasang diatas tangki dan memancarkan gelombang ultrasonik ke permukaan air. Sensor ini menggunakan prinsip pantulan gelombang ultrasonik. Ketika gelombang ultrasonik dipancarkan oleh sensor ini dan terdapat objek yang

Artikel diterima 10 Desember 2016; direvisi 7 Januari 2017; disetujui 8 Januari 2017; dipublikasikan Februari 2017

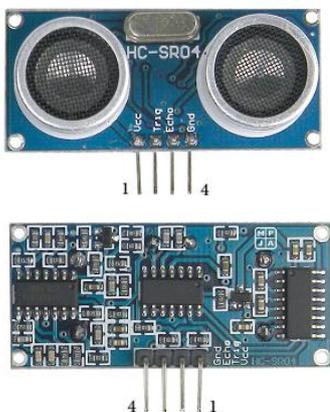
^{1,2}Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Sukabumi, Jl. Babakan Sirna No. 25 Kota Sukabumi, Jawa Barat 43132, Indonesia

E-mail: adnanrafi@polteksmi.ac.id

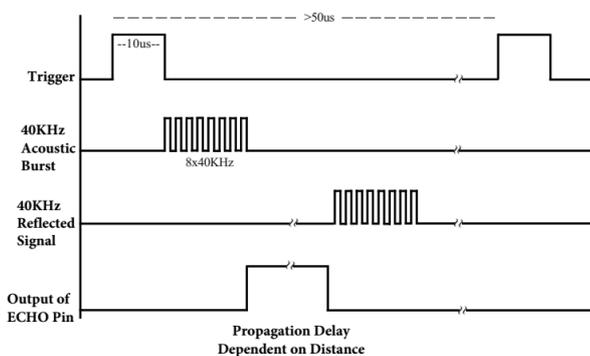
menyebabkan gelombang tersebut terpantul, maka sensor tersebut akan memberikan data ke mikrokontroler. Prinsip kerja sensor ultrasonik dapat dilihat pada diagram pewaktuan (*timing diagram*) yang tersaji pada Gbr. 2. Sensor ini akan bekerja ketika dipicu menggunakan pulsa dengan periode 10 us. Seketika itu, sensor akan memancarkan gelombang ultrasonik 8 siklus dengan frekuensi 40 kHz. Ketika gelombang tersebut terpantul, maka penerima pada sensor akan memberikan sinyal pulsa ke mikrokontroler. Dengan demikian, jarak antara sensor dengan objek pantulan dapat dihitung sesuai persamaan (1) dan (2) berdasarkan *timing*

TABEL I
SPESIFIKASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 (DATASHEET HC-SR04)

Parameter	Nilai
Tegangan kerja	5 V (DC)
Arus kerja	15 mA
Frekuensi kerja	40 kHz
Jarak maksimum	4 m
Jarak minimum	2 cm
Sudut pengukuran	15 derajat
Sinyal <i>input trigger</i>	10 us pulsa TTL
Sinyal <i>output echo</i>	TTL <i>level signal</i> , proporsional terhadap jarak
Dimensi	1-13/16" x 13/16" x 5/8"
Koneksi	4 pin (Vcc, Gnd, Echo, Trigger)



Gbr. 1 Sensor ultrasonik HC-SR04: tampak depan (atas), tampak belakang (bawah) (*datasheet* HC-SR04)



Gbr. 2 *Timing diagram* sensor ultrasonik (*datasheet* HC-SR04)

diagram tersebut. Besarnya jarak antara sensor dengan objek yang terdeteksi dapat dihitung sebagai berikut:

$$d \text{ (cm)} = \frac{\tau}{58} \tag{1}$$

$$d \text{ (inch)} = \frac{\tau}{148} \tag{2}$$

dimana d adalah jarak dan τ adalah periode *high* sinyal ultrasonik dalam mikrodetik. Persamaan ini diperoleh dari *datasheet* sensor ultrasonik tipe HC-SR04. Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 tersaji pada Tabel 1.

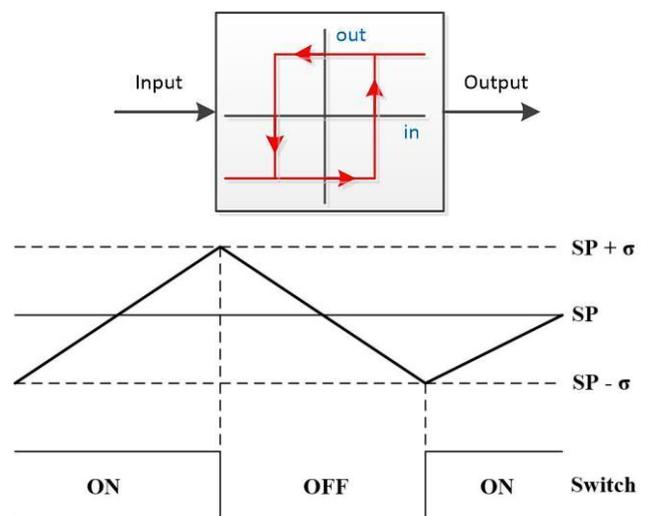
B. Kendali Histerisis

Sistem kendali ketinggian muka air dirancang untuk menjaga ketinggian air pada suatu tangki sesuai dengan nilai *setpoint* yang diberikan. Ada berbagai macam metode kendali yang dapat dirancang untuk sistem ini dari yang bersifat linier sampai yang non-linier. Metode kendali yang mudah direalisasikan pada sistem ini salah satunya adalah metode kendali non-linier histerisis. Kendali histerisis merupakan sistem kendali *on-off* pada suatu rentang nilai disekitar batas referensi perpindahan saklar. Besarnya nilai antara referensi dan batas atas maupun batas bawah merupakan toleransi kesalahan yang diperbolehkan ketika keluaran sistem berada pada nilai referensi.

Gbr. 3 menunjukkan skema kendali histerisis pada suatu sistem. Kendali ini dirancang dengan cara menambahkan pita histerisis pada nilai *setpoint* (SP). Besarnya lebar pita dirancang ditunjukkan oleh σ . Ketika pembacaan sensor berubah pada suatu waktu di dalam pita histerisis dengan kondisi perubahan naik, maka kondisi saklar akan ON. Sebaliknya jika terjadi perubahan turun, maka kondisi saklar OFF. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$y = \begin{cases} 1, & \frac{dx}{dt} > 0 \\ 0, & \frac{dx}{dt} \leq 0 \end{cases} \tag{3}$$

dimana y adalah output saklar dan $\frac{dx}{dt}$ adalah perubahan nilai input terhadap waktu. Dengan adanya kendali ini, maka ketidakstabilan pembacaan sensor saat berada di titik *setpoint* tidak akan menimbulkan efek perpindahan cepat (*chattering*) pada relai.



Gbr. 3 Kendali histerisis

C. Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* dirancang untuk mempermudah *user* berinteraksi dengan sistem yang dirancang. Pada penelitian ini, sistem *monitoring* dirancang untuk menampilkan data pengukuran ketinggian air dalam bentuk grafik dan diagram batang. Selain itu, besarnya nilai *setpoint* yang diberikan pada sistem dapat dimasukkan melalui sistem *monitoring* ini. Status pompa dan durasi pengisian/pengosongan air dalam sistem ini juga dapat diperlihatkan dalam perangkat *monitoring* ini. Sistem antarmuka *monitoring* dirancang dengan menggunakan perangkat lunak *Processing*. Perangkat ini bersifat *open source* dan bahasa pemrograman yang digunakan pada *Processing* yaitu bahasa Java.

D. Mikrokontroler

Pada sistem ini, mikrokontroler berfungsi sebagai perangkat pengendali utama sekaligus perangkat untuk melakukan sistem *monitoring*. Mikrokontroler yang digunakan yaitu *ATMega328* yang telah terintegrasi pada modul *Arduino Uno*. Modul ini digunakan karena memiliki spesifikasi yang dirasa mencukupi untuk kebutuhan sistem instrumentasi ini. *Arduino Uno* memiliki spesifikasi: ADC 10 bit; PWM (6 *channels*) 8 bit; 14 pin digital I/O; 6 pin analog *input*; memori *flash* 32 kB; *static* RAM 2 kB; *clock speed* 16 MHz; dan tegangan *input* 7-12 V. *Arduino* merupakan salah satu jenis modul mikrokontroler yang saat ini banyak digunakan untuk keperluan aplikasi sistem instrumentasi. *Arduino* menggunakan bahasa pemrograman C/C++. Perangkat ini juga dilengkapi *compiler* yang telah terintegrasi yaitu *Arduino IDE*. *Arduino* juga bersifat *open source* sehingga memudahkan *user* untuk mengembangkan aplikasi yang dirancangnya. Pada sistem ini, *Arduino* digunakan karena sudah terintegrasi dengan perangkat antarmuka *Processing*. Dengan demikian, perancangan sistem akan lebih mudah dilakukan.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Perangkat Keras

Sistem kendali dan *monitoring* ketinggian air dirancang dengan menggunakan perangkat keras dalam bentuk purwarupa. Diagram blok perangkat keras sistem dapat dilihat pada Gbr. 4. Sistem dirancang dengan menggunakan dua unit tabung tangki dengan diameter 21 cm dan tinggi 28 cm. Tangki pertama diilustrasikan sebagai tangki kontrol dan tangki kedua sebagai tangki sumber. Pada setiap tabung dilengkapi dengan pompa listrik untuk mengalirkan air. Pompa 1 berada pada tangki pertama dan berfungsi untuk mengisi air ke tangki pertama dengan sumber air dari tangki kedua, sedangkan pompa 2 sebaliknya.

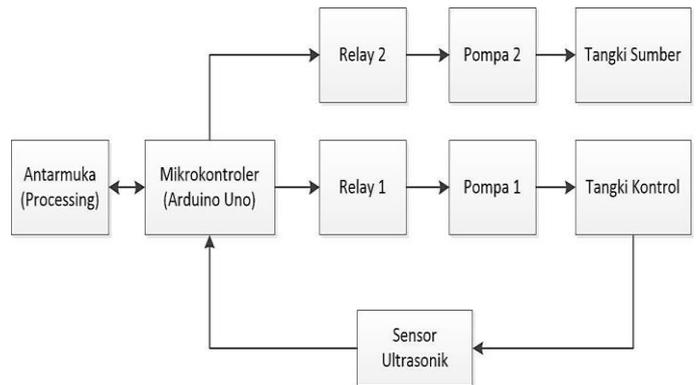
Modul relai pada sistem berfungsi sebagai saklar untuk mengatur pompa di kedua tangki. Relai 1 berfungsi untuk mengatur pompa 1 pada tangki pertama dimana kendali histerisis diterapkan, sedangkan relai 2 berfungsi untuk mengatur pompa 2 dan aktif jika tinggi air lebih dari batas atas pita histerisis. Kedua relai tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler. Selama sistem bekerja, mikrokontroler akan mengirimkan data ketinggian air yang diperoleh dari sensor ultrasonik ke perangkat antar muka *Processing*. Selain itu, besarnya nilai ketinggian air yang diinginkan juga dapat dimasukkan melalui *Processing*.

B. Perangkat Lunak

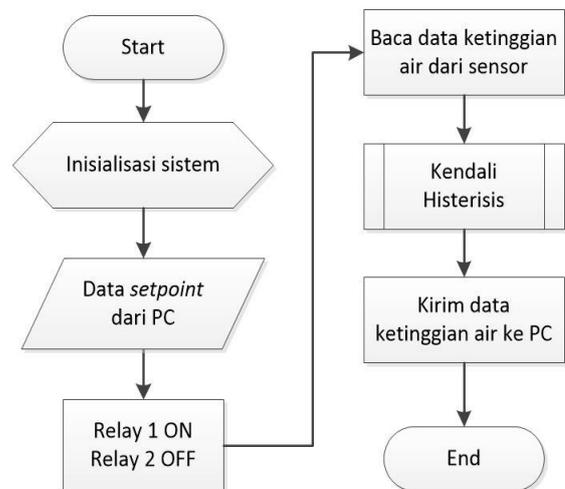
Perangkat lunak yang digunakan pada sistem terdiri dari dua bagian, yaitu *Arduino IDE* yang berfungsi untuk merancang program yang akan ditanamkan pada mikrokontroler agar sistem dapat bekerja dan *Processing* yang berfungsi untuk merancang program antarmuka *monitoring* sistem. Kedua perangkat ini dapat diintegrasikan dan terdapat beberapa pustaka yang mempermudah *user* untuk melakukan pemrograman. Diagram alir algoritma perangkat lunak tersaji pada Gbr. 5 dan Gbr. 6.

Data 25 cm pada diagram alir di atas merupakan data ketinggian maksimum ketinggian air. Jika data *setpoint* ketinggian yang diberikan lebih dari 25 cm, maka sistem tidak akan aktif dan akan meminta kembali data *setpoint*. Setelah sistem aktif, mikrokontroler akan menerima data ketinggian air dari sensor ultrasonik kemudian mengirimkan data tersebut ke perangkat antarmuka.

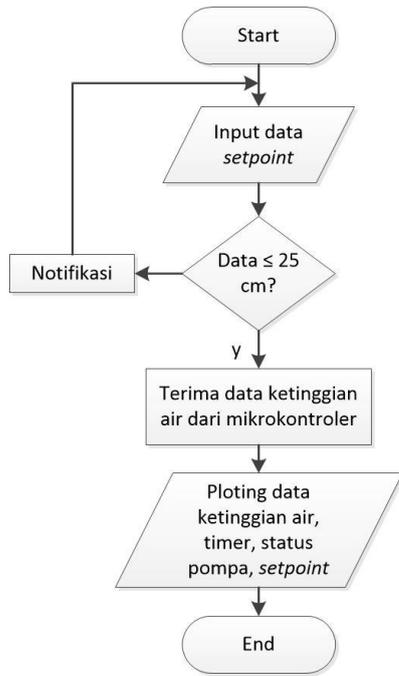
Pada diagram alir sistem *monitoring*, perangkat antarmuka terlebih dahulu akan meminta *setpoint* ketinggian air. Nilai maksimum *setpoint* yang diberikan sama dengan nilai *setpoint* maksimum pada diagram alir mikrokontroler. Sistem *monitoring* akan menampilkan data ketinggian air pada tangki kontrol dalam bentuk grafik dan *bar chart*. Selain itu, durasi pengisian juga ditampilkan dalam bentuk *timer*, dan status pompa juga ditampilkan dalam bentuk indikator.



Gbr. 4 Diagram blok perangkat keras sistem



Gbr. 5 Diagram alir mikrokontroler

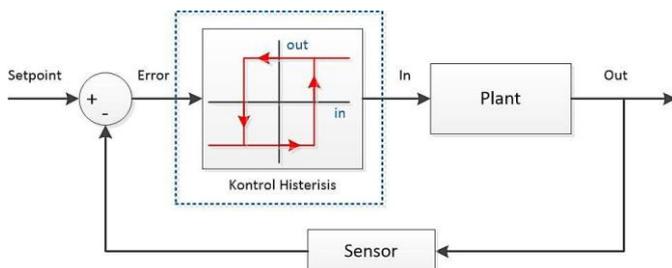


Gbr. 6 Diagram alir sistem *monitoring*

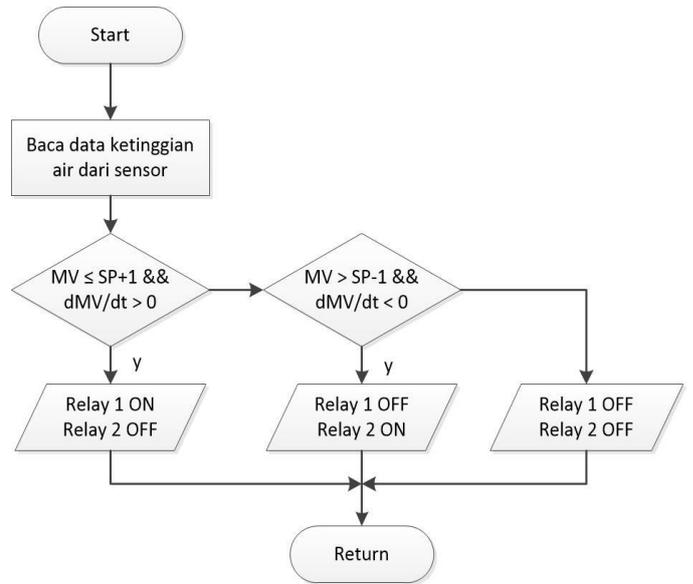
C. Sistem Kendali Histerisis

Kendali histerisis digunakan karena memiliki kesederhanaan baik dalam perancangan maupun implementasinya dimana dirancang dengan cara menambahkan suatu nilai toleransi pada nilai perpindahan saklar. Selain itu, perancangan kendali histerisis dilakukan untuk menghilangkan efek perpindahan cepat (*chattering*) pada relai saat sensor mendeteksi nilai *setpoint*. Efek ini dapat ditimbulkan karena adanya ketidakstabilan data yang dikirimkan oleh sensor ultrasonik. Hal ini terjadi karena objek yang diukur adalah permukaan air yang memiliki ketidakstabilan permukaan ketika air tersebut bertambah ketinggiannya.

Kendali ini dirancang dengan membuat sebuah pita histerisis pada sekitar nilai *setpoint*. Besarnya lebar pita histerisis yang dirancang yaitu ± 1 cm. Dengan demikian, nilai *setpoint* yang diberikan akan memiliki batas atas dan batas bawah sebesar 1 cm. Kendali ini direalisasikan pada mikrokontroler dalam bentuk bahasa pemrograman dan diimplementasikan pada relai 1 sebagai saklar untuk mengatur pompa 1 pada tangki kontrol. Pada relai 2, kendali histerisis tidak direalisasikan karena relai ini berfungsi untuk mengeluarkan air dari tangki kontrol melalui pompa 2 jika ketinggian air yang terdeteksi lebih besar dari batas atas lebar pita histerisis. Skema kendali histerisis yang dirancang tersaji pada Gbr. 7. Algoritma kendali histerisis yang dirancang dapat dilihat pada Gbr. 8.



Gbr. 7 Skema kendali histerisis



Gbr. 8 Algoritma kendali histerisis

IV. PENGUJIAN SISTEM

Pada tahap ini, sistem yang dirancang selanjutnya diimplementasikan dalam bentuk purwarupa skala kecil. Sistem diimplementasikan sesuai dengan perancangan yang telah dilakukan. Hasil implementasi dari sistem yang dirancang tersaji pada Gbr. 9. Setelah itu, dilakukan pengujian pada sistem untuk mengetahui kinerjanya. Pengujian dilakukan terhadap sensor ultrasonik, sistem kendali histerisis, dan sistem *monitoring*.

A. Pengujian Sensor Ultrasonik

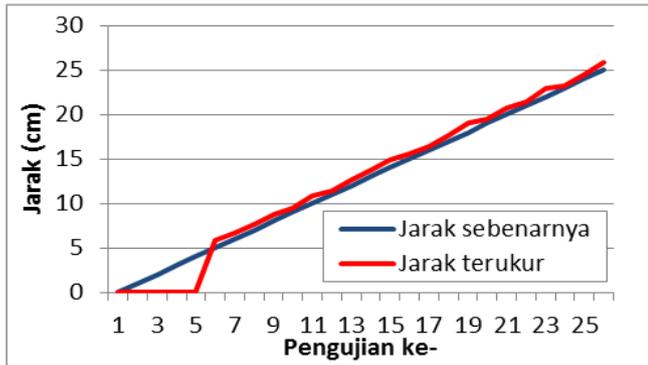
Karakteristik linieritas sensor ultrasonik diuji agar dapat mengukur jarak ketinggian air dengan akurat. Linieritas merupakan salah satu karakteristik suatu sensor yang harus terpenuhi karena sensor dikatakan mampu mewakili besaran yang diukur jika memiliki sifat linier. Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan sensor tersebut di tangki kontrol, kemudian mengukur ketinggian air yang berbeda-beda. Selanjutnya hasil pembacaan sensor ultrasonik tersebut dibandingkan dengan ketinggian air sebenarnya yang diukur dengan menggunakan mistar. Grafik hasil pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gbr. 10. Hasil pengujian sensor menunjukkan bahwa sensor mampu mengukur ketinggian air 5 cm sampai dengan 25 cm dan bersifat linier dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 4,93%. Pada ketinggian air 0 cm sampai dengan 4 cm, sensor tidak dapat mendeteksi ketinggian air karena pada ketinggian ini permukaan air sangat tidak stabil. Hal ini terjadi karena pengaruh dari tekanan yang diberikan oleh pompa yang tersimpan di dasar tangki. Besarnya rata-rata persentase kesalahan pengukuran diperoleh berdasarkan rumus persentase sebagai berikut:

$$\% \text{ error} = \frac{d-\eta}{\eta} \times 100\% \quad (4)$$

dengan *d* adalah ketinggian yang terukur pada sensor dan η adalah ketinggian air sebenarnya.



Gbr. 9 Implementasi sistem



Gbr. 10 Hasil pengujian linieritas sensor

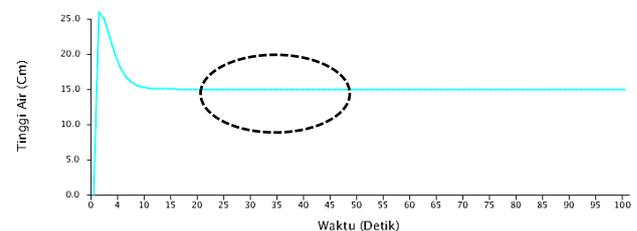
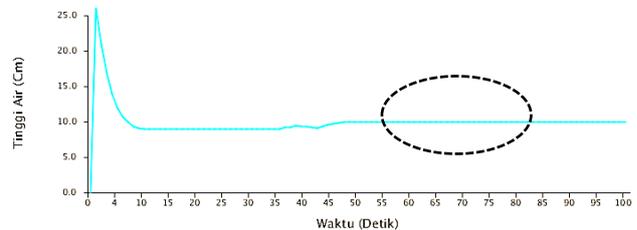
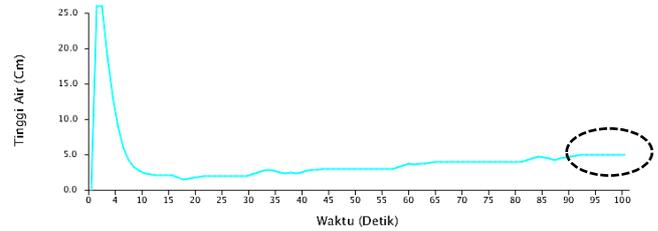
B. Pengujian Kendali Histerisis

Skema kendali histerisis yang telah dirancang selanjutnya diuji untuk mengetahui respon sistem ketika sensor mendeteksi nilai *setpoint*. Pengujian dilakukan dengan cara menampilkan data grafik pada perangkat antar muka yang dirancang. Respon sistem ketika berada pada nilai *setpoint* ketika diterapkan kendali histerisis tersaji pada Gbr. 11.

Dari hasil pengujian terlihat bahwa kendali histerisis mampu menghasilkan respon sesuai *setpoint* ketinggian yang diberikan. Ketika sensor mendeteksi *setpoint* ketinggian, kendali ini dapat mengontrol relai sehingga pompa 1 pada tangki 1 berhenti bekerja. Dengan kendali ini terlihat kestabilan pembacaan sensor (tanda lingkaran terputus pada Gbr. 11) saat berada pada *setpoint* dan tidak muncul adanya efek *chattering* pada relai. Akan tetapi, pada grafik diatas terlihat adanya *overshoot* yang nilainya cukup tinggi ketika sistem pertama kali dijalankan. Hal ini disebabkan oleh sinyal gangguan yang diakibatkan oleh relai ketika pertama kali diaktifkan.

C. Pengujian Sistem Monitoring

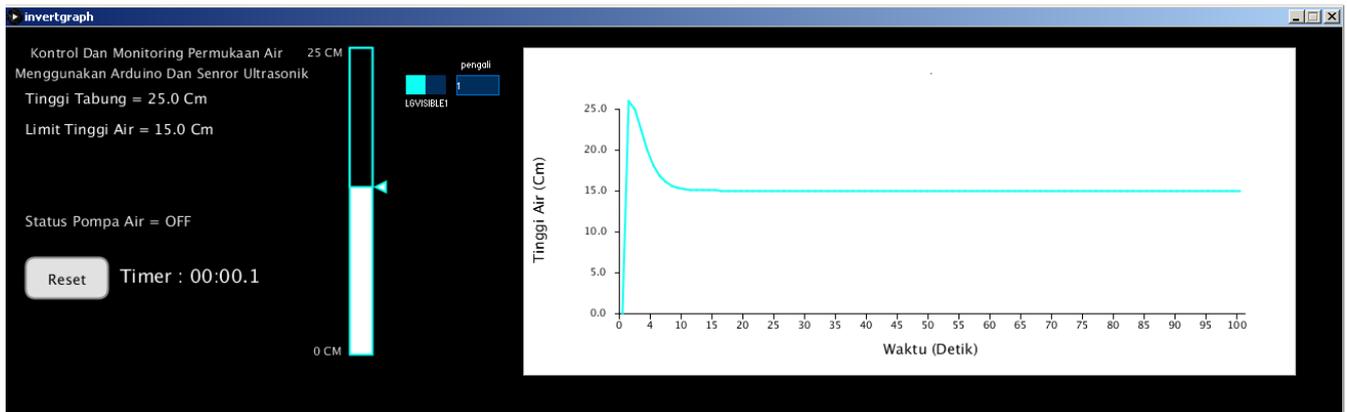
Pengujian sistem *monitoring* dilakukan untuk mengetahui tampilan data-data pengukuran sistem tangki yang dirancang. Pada sistem ini, data yang ditampilkan diantaranya adalah: ketinggian air dalam bentuk grafik dan diagram batang, *timer*, status pompa, dan nilai *setpoint* ketinggian. Sistem ini dirancang pada perangkat lunak *Processing*. Tampilan dari perangkat *monitoring* yang telah dirancang tersaji pada Gbr 12.

Gbr. 11 Hasil pengujian kendali histerisis dengan *setpoint* ketinggian: 5 cm (atas), 10 cm (tengah), dan 15 cm (bawah)

Pada gambar tersebut terlihat sistem *monitoring* yang dirancang mampu menampilkan data-data yang diperlukan pada sistem ini secara interaktif. Sistem *monitoring* menampilkan data ketinggian air dalam bentuk grafik dan *bar chart*. Data ketinggian dalam bentuk grafik dirancang untuk memperlihatkan respon *transien* dari sistem yang diukur, sedangkan data berbentuk *bar chart* dirancang untuk menampilkan data ketinggian air seperti indikator dan lebih mudah dibaca oleh pengguna. Selain itu, pada sistem ini juga terdapat tinggi tabung maksimum, *setpoint* tinggi air, status pompa (ON/OFF), tombol *reset*, dan *timer*.

V. KESIMPULAN

Sistem kendali dan *monitoring* ketinggian pada suatu tangki berbasis ultrasonik berhasil dirancang dan diimplementasikan dalam bentuk purwarupa. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan mampu mengukur ketinggian air dari 5 cm sampai dengan 25 cm dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 4,93%. Sistem kendali histerisis juga bekerja dengan baik dimana tidak ditemukan adanya efek *chattering* pada relai ketika sensor mendeteksi nilai *setpoint*. Selain itu, sistem *monitoring* yang dirancang dengan menggunakan perangkat lunak *Processing* dapat menampilkan data ketinggian air (bentuk grafik dan diagram batang), status pompa, dan durasi pengisian/pengosongan. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan untuk menjaga kestabilan ketinggian air dalam suatu tangki dan dapat membantu *user* untuk berinteraksi dengan sistem.

Gbr. 12 Perangkat antarmuka sistem *monitoring* menggunakan Processing

REFERENSI

- [1] S.M. Khaled Reza, S. Ahsanuzzaman, S.M. Mohsin Reza, "Microcontroller Based Automated Water Level Sensing and Controlling: Design and Implementation Issue", *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (WCECS)*, 2010.
- [2] Ejiofor V.E., Oladipo O.F., "Microcontroller based Automatic Water Level Control System" *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (IJIRCC)*, Vol. 1, Issue 6, Aug. 2013.
- [3] Asaad Ahmed M.E., Zhang Jiang M., "Automatic Water Level Control System", *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Vol. 4, Issue 12, Dec. 2015.
- [4] Agus Zuhendri, Agus Trisanto, Emir Nasrullah, "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* dan Pengendalian Level Cairan dengan LabView Berbasis Mikrokontroler Mbed NXP LPC1768", *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, Vol. 1, No.1, Jan. 2012.
- [5] Karma Gyatsho B., Deepak R., Aarfin A., "PLC Based Automated Water Level Control System", *Proc. of International Conference on Electrical, Electronics, Engineering Trends, Communication, Optimization, and Sciences (EEECOS)*, 2016.
- [6] Yusuf Ismail, Rizky Huda, "Sistem Kontrol Level Ketinggian Air pada Tandon Menggunakan SMS Berbasis Smart Relay", *Prosiding SENTIA*, 2009.
- [7] Ayob Johari, et al, "Tank Water Level Monitoring System using GSM Network", *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, Vol. 2, Issue 3, 2011.