

ANALISIS PENGARUH POSISI TANDON AIR PADA DISPENSER OTOMATIS TERHADAP RESPON TRANSIENT DAN STEADY STATE BERBASIS SISTEM KONTROL OPEN LOOP DAN CLOSE LOOP

Hasan Syafik Maulana¹, Hana Lathifah², Muhammad Ajis³, Naili Saidatin⁴,
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3,4}
e-mail: hasan@itats.ac.id¹, hanalathifah1972@gmail.com², naili@itats.ac.id⁴

ABSTRACT –

Electronic technology is one of the fastest developments in life as it can ease humans doing their homework, for example, dispensers. The Arduino Uno-based automatic dispenser controlled via a smartphone application is a module that makes the refilling process easier without having to wait for the water in the container to be fully filled. Moreover, it can set the desired water discharge. These additional tools will definitely affect the duration of water output, the time of stable water output, and the size of tool stability. Therefore, the authors analyzed the transient and steady-state responses toward the open-loop and closed-loop control systems with water discharge variables of 1 l/min, 2.5 l/min, and 4 l/min. The results indicated that the characteristics of the transient response had overshoot, settling time, delay time, and time constant. Meanwhile, the steady-state responses produced an error range of 3%-4% in the open-loop control system and an error of 2% in the closed-loop control system. Thus, the improvement occurred because the program had received a controller, which meant that the water flow in the automatic dispenser became more stable.

Keywords: automatic dispenser, control system, transient response, steady-state, topwater tank

ABSTRAK

Teknologi Elektronik adalah salah satu teknologi yang paling pesat perkembangannya. Hal tersebut dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam melakukan pekerjaan rumah contoh nya *dispenser*. *Dispenser* otomatis berbasis arduino uno dengan kontrol lewat aplikasi smartphone adalah modul yang memudahkan saat pengisian ulang tanpa harus menunggu air dalam wadah sudah terisi penuh ditambah dapat menyetel debit air yang di inginkan. Dengan tambahan alat tersebut pasti akan mempengaruhi lama keluaran air, kapan keluaran air mulai stabil hingga besar kestabilan alat tersebut. Oleh karena itu penulis melakukan analisa respon *transient* dan *steady state* terhadap rangkaian *system control open loop* dan *close loop* dengan variable debit air 1 l/min, 2.5 l/min dan 4 l/min. Didapatkan hasil dari karakteristik *transient* respon dimana ada *overshoot*, *settling time*, *delay time*, dan *time constant* serta dari respon *steady state* pada rangkaian *system control open loop* didapat *range error* sebesar $\pm 3\%$ - $\pm 4\%$ dan pada rangkaian *system control close loop* didapat *range error* sebesar $\pm 2\%$. Adanya perbaikan tersebut karena program telah di beri *controller* agar aliran air pada dispenser otomatis lebih stabil

Kata kunci: Dispenser Otomatis, System Control, Transient Response, Steady State, Tandon Atas

PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan elemen primer dalam kehidupan sehari-hari, dan penggunaan dispenser otomatis telah menjadi bagian integral dari banyak rumah tangga serta lingkungan perkantoran. Dalam konteks ini, penempatan tandon air pada dispenser otomatis dapat menjadi faktor yang kritis dalam mencapai kinerja optimal sistem. Salah satu sistem yang terus dikembangkan untuk dapat mempermudah aktivitas manusia adalah sistem kontrol. Oleh karena itu, analisis pengaruh posisi tandon air pada dispenser otomatis terhadap sistem kontrol menjadi sangat relevan. Pada perkembangan sistem sebelumnya, sistem-sistem memerlukan keterlibatan manusia sebagai input, dan kesalahan dalam hasil output sangat tergantung pada operator [1]. Dengan adopsi sistem kontrol, tidak hanya operasionalnya yang menjadi lebih sederhana, tetapi juga diharapkan dapat meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi.

Adapun lingkup analisis pada penelitian ini difokuskan pada dua jenis sistem kontrol, yaitu open loop dan close loop. Open loop mencakup sistem kontrol di mana input atau setpoint tidak bergantung pada output yang diukur, sedangkan close loop melibatkan umpan balik dari output untuk mengontrol input [1][2]. Dengan memahami dampak posisi tandon air pada kedua jenis sistem kontrol, kita dapat mengoptimalkan

efisiensi, kestabilan, dan responsivitas dispenser otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons transient dan kondisi steady state dari dispenser otomatis dengan posisi tandon di atas. Pengembangan sistem pada penelitian adalah dengan menggunakan smartphone sebagai input, memungkinkan pengguna untuk menginputkan jumlah air yang diinginkan tanpa batasan tertentu. Aplikasi smartphone dan koneksi bluetooth akan digunakan sebagai penghubung, memungkinkan pengaturan jumlah liter yang diinginkan serta penyesuaian debit air secara lebih fleksibel.

Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman kita terhadap perilaku sistem, tetapi juga untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan dispenser otomatis yang lebih canggih dan efisien. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi respon transient dan steady state, kita dapat merancang sistem kontrol yang lebih presisi dan adaptif, sehingga dapat menghadapi variasi kondisi lingkungan dan kebutuhan pengguna. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek teknis dan ilmiah dari analisis ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi industri dispenser otomatis dan juga menjadi landasan untuk penelitian lebih lanjut dalam meningkatkan kinerja sistem pengaturan air. Melalui pemahaman mendalam terhadap pengaruh posisi tandon air, kita dapat membuka pintu menuju solusi inovatif yang berkontribusi pada efisiensi sumber daya air dan kenyamanan pengguna dalam kehidupan sehari-hari.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Kontrol dan Dispenser Otomatis

Seiring berkembangnya teknologi yang semakin pesat, dispenser otomatis telah menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, menyediakan akses mudah dan cepat terhadap air bersih. Sistem kontrol dalam dispenser otomatis memiliki peran penting dalam menjaga ketersediaan air dengan efisiensi. Studi sebelumnya mengenai sistem kontrol pada dispenser otomatis menjadi dasar penting untuk pemahaman lebih lanjut tentang pengaruh posisi tandon air pada sistem tersebut. Berdasarkan teori, sistem kontrol dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, sistem kontrol Open Loop dan Close loop [1][2]. Sistem kontrol loop terbuka, atau yang sering disebut Open Loop, adalah sistem di mana keluarannya tidak berpengaruh pada aksi kontrol. Dengan kata lain, keluaran dari sistem kendali terbuka tidak dapat digunakan sebagai umpan balik pada masukannya. Sistem Kontrol Loop Tertutup, atau yang biasa disebut Close Loop, merupakan sistem kontrol di mana sinyal keluarannya memiliki dampak langsung pada aksi kontrol. Sistem kontrol loop tertutup juga mencakup sistem kontrol umpan balik, di mana sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik, diumpungkan ke pengontrol untuk meminimalkan kesalahan dan menyesuaikan keluaran sistem ke nilai yang diinginkan.

Respon Waktu

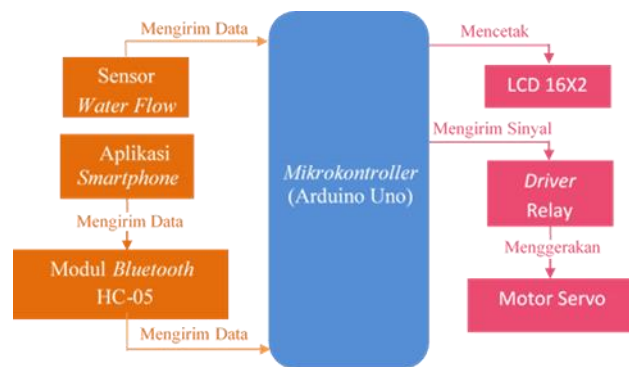
Masing-masing jenis sistem kontrol, memiliki respon terhadap waktu yang berbeda yaitu dapat berupa transient respond ataupun steady state respond, dimana masing-masing respon sangat berpengaruh pada keseluruhan sistem. *Transient Respon* atau Respon transient adalah respon sistem dari keadaan awal hingga keadaan akhir. Faktor-faktor yang mempengaruhi respon transient melibatkan delay time, rise time, time to peak, overshoot, dan settling time. Sedangkan Respon steady state adalah kondisi keluaran setelah respon transient hingga waktu relatif tak terhingga, dalam praktek waktu pengamatan dilakukan saat $T_s \leq t \leq 5T_s$ [2][3]. Kualitas respon steady state diukur dengan Steady State Error (ess), yang merupakan kesalahan yang merupakan selisih antara output yang sebenarnya dengan output yang diharapkan [7].

Pemahaman mendalam terhadap konsep-konsep dalam analisis pengaruh posisi tandon air pada dispenser otomatis sangat relevan, terutama ketika mempertimbangkan respon waktu sistem dalam mencapai kondisi stabil. Dengan demikian, penelitian ini memiliki tujuan untuk memahami dan menganalisis respon transient dan steady state dispenser otomatis dengan posisi tandon di atas, serta melibatkan konsep sistem kontrol loop terbuka dan tertutup.

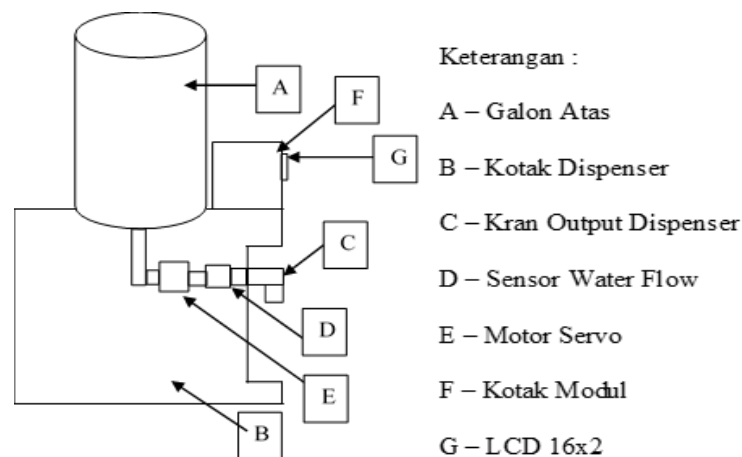
METODE

Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja dari alat dispenser otomatis pada penelitian ini berbasis Arduino Uno dengan kontrol melalui aplikasi smartphone. Secara umum langkah kerjanya adalah sebagai berikut, saat alat dihidupkan, pengguna atau operator akan menghubungkan smartphone mereka ke alat. Setelah terhubung, pengguna hanya perlu menyampaikan keinginan berapa liter air yang ingin diisi dan seberapa besar debit air yang diinginkan untuk mengisi gelas atau botol. Informasi jumlah liter dan debit air yang dipilih akan ditampilkan dengan jelas pada layar LCD karakter 2x16. Adapaun desain blok diagram sistem dan rancangan mekanik tersaji pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Rancangan Mekanik

Tampilan sistem aplikasi yang berbasis smartphone tersaji pada Gambar 4 sesuai dengan referensi [4]. Aplikasi yang digunakan pada alat ini ialah aplikasi buatan sendiri yang dirancang dari Platform MIT Inventor. MIT App Inventor ialah platform buat memudahkan proses pembuatan aplikasi sederhana yang memungkinkan pengguna buat *men-drag-and-drop* objek *visual* buat membentuk perangkat lunak yg mampu dijalankan pada perangkat Android [6].



Gambar 4. Tampilan Menu pada Aplikasi di Smartphone (Putranto, 2022)

Untuk layar pertama adalah cover sekaligus pemilihan antara tandon atas atau tandon bawah . Kemudian akan di arahkan ke layar kedua. Untuk layar kedua merupakan layar *system control open loop* dimana hanya tombol debit yang berfungsi dikarenakan untuk *system control open loop* ini tanpa ada kontrol volumenya dan bila ingin mematikan penggunaannya tinggal menekan tombol *stop*. Untuk layar ketiga merupakan layar *system control close loop* dimana disini akan dapat mengontrol debit air dan juga volume airnya, beda dengan *system control open loop* yang hanya dapat mengotrol debit airnya saja [5]. Untuk pindah ke layar *system control open loop* tinggal menekan tombol *open loop*

Analisa Respon Alat

Pada Analisa respon alat diawali dengan data masukan yang diterima akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno. Proses pengisian air diatur oleh sensor *water flow* yang terpasang. Sensor ini bertugas menghitung volume air yang telah terisi dengan memantau aliran air dari galon ke kran minum. Pengujian pergerakan kran dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap sudut yang ditentukan, yaitu dengan nilai sudut 140° , 160° , dan 180° . Setelah itu, nilai sudut tersebut akan dikonversikan menjadi debit air dengan menggunakan nilai-nilai tertentu, yakni 1 liter/menit, 2,5 liter/menit, dan 4 liter/menit. Konversi ini bertujuan untuk memberikan variasi masukan debit air melalui aplikasi smartphone. Selanjutnya, pengujian alat dilakukan dengan menggunakan respon steady state terhadap rangkaian sistem kontrol open loop dan close loop. Pada rangkaian sistem kontrol open loop, alat hanya membaca debit air yang keluar tanpa adanya umpan balik. Sedangkan pada rangkaian sistem kontrol close loop, dilakukan perbaikan terhadap hasil pembacaan pada rangkaian sistem kontrol open loop dengan memberikan kontroler pada program rangkaian sistem kontrol close loop.

Dengan demikian, pengujian ini akan memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana pergerakan kran dan variasi debit air dapat memengaruhi respons sistem, terutama dalam konteks respon steady state. Penggunaan rangkaian sistem kontrol open loop dan close loop memungkinkan analisis yang komprehensif terhadap performa alat dispenser otomatis dalam menghadapi berbagai kondisi penggunaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Validasi Alat

Pengujian Validasi ini bertujuan untuk memperbaiki hasil dari pembacaan sensor *flow meter* terhadap inputan yang diinginkan (debit) terhadap nilai yang dikeluarkan (volume) dengan menggunakan nilai

konstanta yang telah diatur oleh produsen sensor flow. Hasil validasi tersebut dapat dilihat pada tabel 1, yang mana menunjukkan bahwa selisih nilai input dan output masih cukup besar.

Tabel 1 Hasil Percobaan Pertama kali

No	Debit(l/min)	Waktu(s)	Volume(L)
1.	1	60 s	1.15 L
2.	2.5	60 s	2.65 L
3.	4	60 s	4.2 L

Setelah dilakukan beberapa kali percobaan dan perubahan konstanta pada program sensor *flow* meter, akhirnya penulis mendapatkan hasil yang diinginkan. Hasil percobaan validasi setelah perbaikan dengan perubahan *konstanta* pada program sensor *flow* meter ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil percobaan validasi setelah perbaikan

No	Debit(l/min)	Waktu(s)	Volume(L)
1.	1	60 s	1.01 L
2.	2.5	60 s	2.52 L
3.	4	60 s	4.02 L

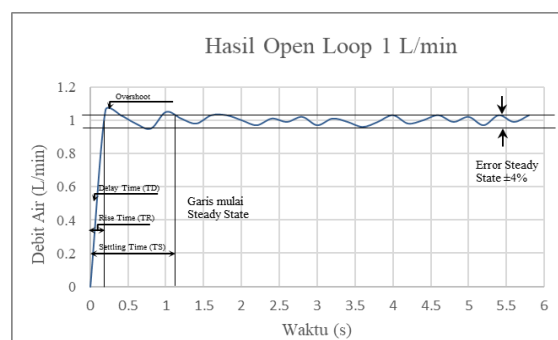
Pengujian Respon *Steady State* Pada Rangkaian *Open Loop*

Pengujian ini bertujuan untuk memperbaiki kesetabilan alat dengan pemanfaatan rangkaian system open loop dalam melakukan proses pengisian air minum dengan debit yang stabil pada dispenser otomatis dengan waktu yang cepat.

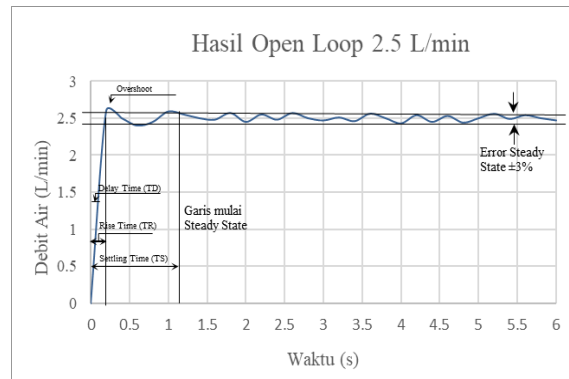
Tabel 3 Hasil Pengujian Respon *Steady State* Terhadap Rangkaian *Open Loop*

No.	Debit (l/min)	Waktu Respon <i>Steady State</i>		Rata-rata
		Waktu 1	Waktu 2	
1.	1	1.14 s	1.16 s	1.15 s
2.	2.5	1.15 s	1.19. s	1.17 s
3.	4	1.11 s	1.15 s	1.13 s

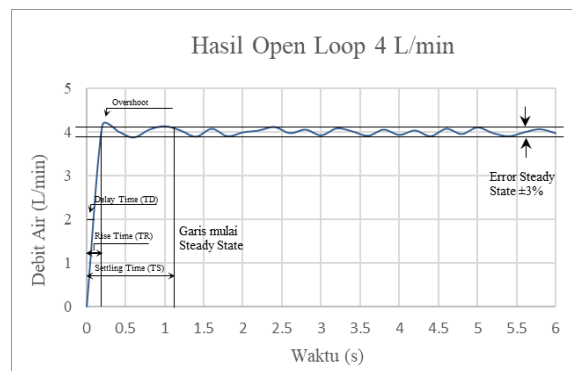
Dapat dilihat pada table diatas bahwa waktu awal respon *steady state* pada alat dispenser otomatis ini masih melebihi 1 detik yang berarti untuk mulai stabil alat dispenser otomatis ini perlu waktu yang cukup lama, dengan data tersebut dapat digunakan sebagai iacuan penelitian ini untuk mengimprove kinerja alat untuk memperoleh kestabilan alat dispenser yang lebih cepat.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4 (a) Hasil Grafik *Open Loop Sett Point* 1 l/min, (b) 2.5 l/min dan (c) 4 l/min

Pengujian pada gambar diatas ditujukan untuk mengetahui respon *steady state open loop*, menunjukkan garis waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dengan debit 1 liter per menit, dan pada gambar grafik tersebut dapat di lihat bahwa debit aliran air mulai *steady state* pada waktu lebih dari 1 detik dengan nilai *range error steady state* kurang lebih 3 sampai 4 %, sehingga masih perlu dimaksimalkan kembali.

Pengujian Respon *Steady State* Pada Rangkaian *Close Loop*

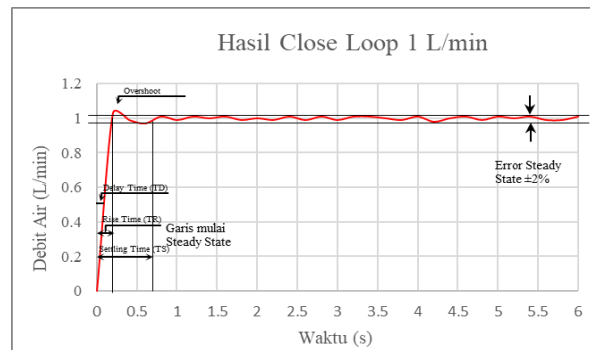
Pengujian ini bertujuan untuk memperbaiki kesetabilan alat dengan pemanfaatan rangkaian system *close loop* dalam melakukan proses pengisian air minum dengan debit yang stabil pada dispenser otomatis. Dengan memperbaiki kesetabilan alat yang digunakan, diharapkan dapat memperkecil *range steady state* yang dihasilkan pada penggunaan alat dispenser otomatis tersebut.

Tabel 4 Hasil Pengujian Respon *Steady State* Terhadap Rangkaian *Close Loop*

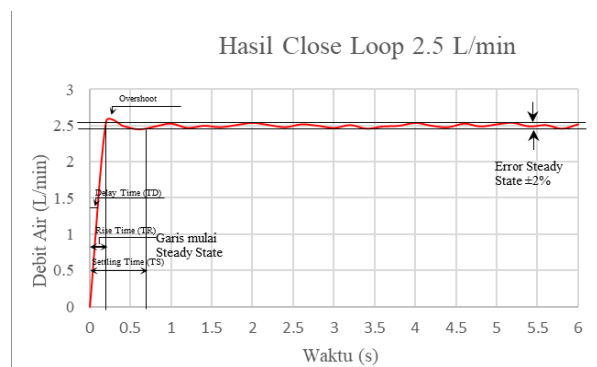
No.	Debit (l/min)	Waktu Respon <i>Steady State</i>		Rata-rata
		Waktu 1	Waktu 2	
3.	1	0.75 s	0.65 s	0.70 s
4.	2.5	0.70 s	0.70. s	0.70 s
5.	4	0.70 s	0.60 s	0.65 s

Dapat dilihat pada table diatas bahwa waktu awal respon *steady state* pada alat dispenser otomatis ini kurang dari 1 detik yang berarti untuk mulai stabil alat dispenser otomatis ini tidak membutuhkan waktu yang lama, maka dengan adanya ini alat dispenser otomatis ini sudah dinyatakan cukup bagus karena sudah menggunakan sistem otomatis yang menunjang kepraktisan dan mudah dalam pengoperasiannya.

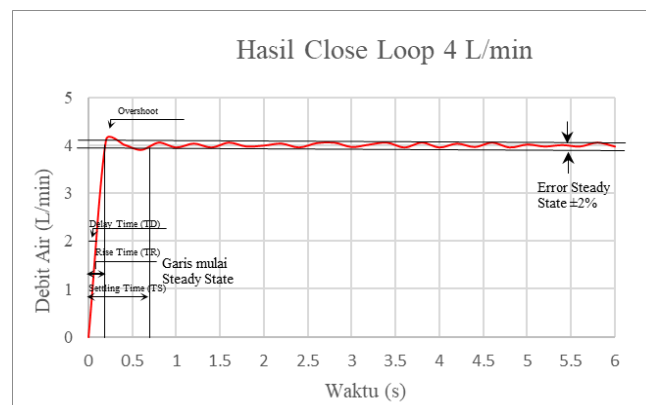
Pengujian pada gambar dibawah ini untuk mengetahui respon *steady state close loop*, pada gambar tersebut dapat dilihat pada gambar hasil *serial monitor* menunjukkan garis waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dengan debit 1 liter per menit, dan pada gambar grafik tersebut dapat di lihat bahwa debit aliran air mulai *steady state* pada waktu kurang dari 1 detik dengan *range error steady state* yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan system open loop dengan nilai eror kurang lebih 2%.



(a)



(b)

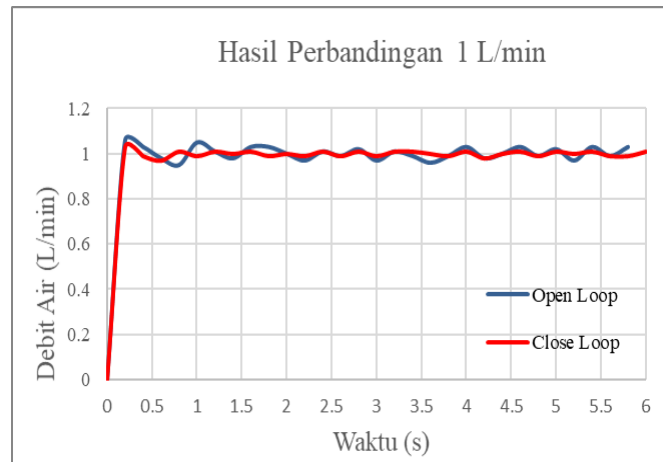


(b)

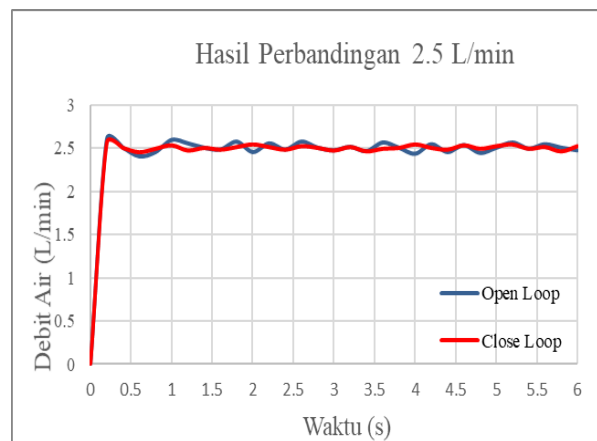
Gambar 6. (a) Hasil Grafik *Close Loop Sett Point* 1 l/min, (b) 2.5 l/min dan (c) 4 l/min

Hasil Perbandingan Respon *Steady State* Terhadap Rangkaian *Open Loop* Dan *Close Loop*

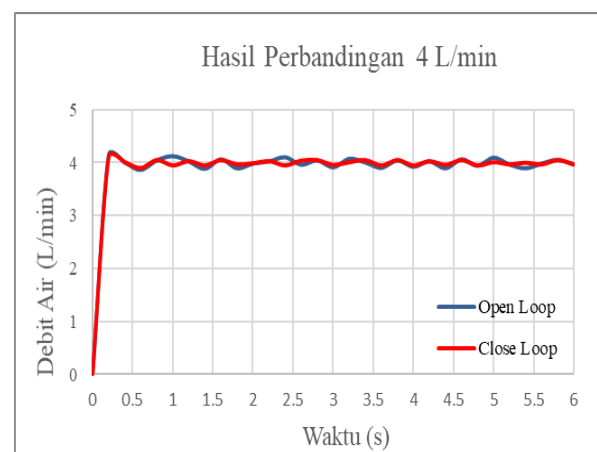
Hasil perbandingan respon *steady state* antara rangkaian *open loop* dan *close loop* mengartikan bahwa ada perubahan setelah perbaikan dengan menggunakan tambahan program kontroler.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. (a) Hasil Grafik *Close Loop Sett Point* 1 l/min, (b) 2.5 l/min dan (c) 4 l/min

Dari hasil grafik perbandingan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa rangkaian *open loop* respon *steady state*, jarak gelombangnya lebih besar dibandingkan dengan rangkaian *close loop* yang cenderung, hasil tersebut terjadi karena rangkaian *close loop* yang digunakan untuk memberikan input kontrol pada motor servo menjadi lebih stabil, sehingga hasil pembacaan sensor *flow* terhadap respon *steady state* menjadi lebih kecil dibandingkan dengan open loop.

KESIMPULAN

1. Hasil dari Validasi debit air menunjukkan bahwa sebelumnya debit air yang mengalir belum sesuai dengan hasil keluaran yaitu untuk debit air 1 l/min sebesar 1,15 l/min, debit air 2.5 l/min sebesar 2,65 l/min dan debit air 4 l/min sebesar 4,2 l/min sehingga dirubah *konstanta* pada program alat ini sehingga menghasilkan debit air yang sesuai dengan masukan dari aplikasi smarphone yaitu untuk debit air 1 l/min sebesar 1,01 l/min, debit air 2.5 l/min sebesar 2,52 l/min dan debit air 4 l/min sebesar 4,02 l/min
2. Hasil dari Grafik yang telah didapatkan dari data-data percobaan yang diulang dengan Variabel debit air 1 l/min, 2.5 l/min dan 4 l/min, akhirnya mendapatkan hasil *karakteristik transient response* dari sistem kontrol pada dispenser otomatis, dimana ada *overshoot*, *settling time*, *delay time*, dan *time constan*
3. Hasil dari Grafik yang telah didapatkan dari percobaan ini, penulis tahu dimana *karakteristik steady state* dari sistem kontrol pada dispenser otomatis tersebut dengan Variabel debit air 1 l/min, 2.5 l/min dan 4 l/min. Dimana margin *error steady state* rangkaian *system control open loop* sebesar $\pm 3\%$ - $\pm 4\%$ dengan waktu mulai *steady state* nya masih lebih dari 1 detik dan kemudian diberikan kontroler pada rangkaian *system control close loop* dan hasil *error steady state* berubah menjadi lebih kecil yaitu $\pm 2\%$ dengan waktu mulai *steady state* nya sudah kurang dari 1 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi, Prastawa. 2020. Rancang Bangun Purwarupa Sistem Kontrol Pengisian Ulang Air Minum Eceran Berbasis *Mikrokontroler* ATmega328P. Jurusan Sistem Komputer, Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya.
- [2] Putra, Y. A., & Prawiroredjo, K. (2017). Pengatur Temperatur Pada Dispenser Berbasis Arduino Mega 2560. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 15(1), 29-40.
- [3] Ariyanto, Fery. (2018). Rancang Bangun Dispenser Dengan Pengaturan Suhu Berbasis Arduino [skripsi]. Bogor : Universitas Teknologi Yogyakarta.
- [4] Putarnto, Juni. (2022). Analisis Ekperimental Sistem Kontrol Otomatis pada Pengisian Air Berbasis Rangkaian Close Loop dan Open Loop. Prosiding Senantitan (3)
- [5] Budiharto, W. (2013) Panduan Praktikum *Mikrokontroler* Avr Atmega16. Elex Media Komputindo.
- [6] Finawan, A, Mardiyanto, A. (2011). Pengukuran Debit Air Berbasis *Mikrokontroler* AT89S51. J.Litek, vol. 8, no. 1, pp. 28–31.
- [7] Rofiq, M., & Yusron, M. (2014). Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Lampu dengan Memanfaatkan teknologi *Bluetooth* pada *Smartphone* Android. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, 8(1), 14-23.