



Perancangan dan Penelitian Sistem Pengendalian Suhu Air pada *Shower Therapy* dengan *Fuzzy Logic*

Eko Arianto^{1✉},

¹Teknologi Elektromedis, Fakultas Vokasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

eko.arianto@usd.ac.id

Abstract

Therapy is a form of health service to develop, maintain, and restore body movement and function by using manual handling and equipment. Therapies are needed for relaxation and reducing fatigue, one of the alternative is *hydrotherapy*. Water pressure and temperature in *shower therapy* are proven to provide physiological changes in humans. *Shower therapy* with warm water is strongly influenced by room temperature. The large difference room air temperature and water temperature will cause serious physiological problems. Therefore, to prevent the risk of differences in room temperature and water temperature being too large when bathing and/or *shower therapy*, a water temperature control system is needed that can maintain the temperature difference at a certain level. With a *fuzzy logic* controller system, the water temperature will be able to be controlled to adjust the outdoor air temperature (room). By adjusting the value of delta (Δ) outside air temperature and water temperature, extreme temperature differences can be handled. The prototype of the water temperature control system in *shower therapy* with *fuzzy logic* has been successfully created with minimal functions with a water mixer system using solenoid valves. The water mixer can work at a minimum with the water temperature *output* which is still unstable and less accurate with a fairly high deviation. Setting the value of $\Delta T > 5$ produces a more stable water temperature *output* with an average deviation of $< 10\%$.

Keywords: Water Therapy, Shower Therapy, Control System, Fuzzy Logic Controller, Temperature Control.

Abstrak

Terapi adalah bentuk pelayanan kesehatan untuk mengembangkan, memelihara, dan memulihkan gerak dan fungsi tubuh dengan menggunakan penanganan secara manual dan dengan peralatan. Salah satu terapi yang dibutuhkan banyak orang adalah untuk relaksasi dan penurunan keletihan yang salah satu alternatifnya adalah menggunakan air sebagai media (*hydrotherapy*). Tekanan dan suhu air yang digunakan untuk *shower therapy* terbukti dapat memberikan perubahan fisiologis pada manusia. *Shower therapy* dengan air hangat sangat dipengaruhi suhu ruangan. Perbedaan temperatur udara luar (ruang) dengan suhu air untuk mandi yang sangat besar akan menyebabkan masalah fisiologis yang serius. Oleh karena, untuk mencegah resiko perbedaan suhu ruang dan suhu air yang terlalu besar saat mandi dan atau *shower therapy* diperlukan sebuah sistem pengendali suhu air yang bisa menjaga perbedaan suhu tersebut pada level tertentu. Dengan sistem pengendali *fuzzy logic* suhu air akan bisa di kontrol menyesuaikan suhu udara luar (ruangan). Dengan mengatur nilai delta (Δ) suhu udara luar dan suhu air maka kondisi perbedaan suhu ekstrem bisa di tangani. Prototipe sistem pengendali suhu air pada *shower therapy* dengan *fuzzy logic* berhasil dibuat dengan fungsi minimal dengan sistem water mixer menggunakan solenoid valve. Water mixer bisa bekerja minimal dengan *output* suhu air yang masih belum stabil dan kurang akurat dengan penyimpangan yang cukup tinggi. Setting nilai $\Delta T > 5$ menghasilkan *output* suhu air yang lebih stabil dengan rata-rata penyimpangan $< 10\%$.

Kata kunci: Terapi Air, Shower Terapi, Sistem Pengendali, Pengendali Fuzzy Logic, Pengendali Suhu.

Jurnal Teknologi is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.



1. Pendahuluan

Di zaman sekarang aktivitas manusia lebih banyak dihabiskan di kursi daripada di luar. Adanya pandemi ikut menyumbang penyebab makin berkurangnya aktivitas fisik dan gaya hidup kurang sehat lain yang menyebabkan rasa letih, lesu, dan tidak bersemangat. Hal ini menyebabkan berbagai penyakit seperti stress, depresi, nyeri badan, dan bisa sampai hipertensi. Terapi menjadi salah satu alternatif untuk pengobatan dan peningkatan kesehatan, di antaranya adalah *shower therapy*. Diidentifikasi bahwa 80% manusia menyukai mandi (*bath tub* or *shower*) dan mengalami sensasi

kehangatan, rileks, penurunan keletihan (*fatigue*), bisa tidur dan beristirahat dengan baik, penurunan tingkat stress dan peningkatan rasa bahagia [1], [2], [8].

Alternatif kontrol dan *complementary therapy* adalah pendekatan murah dan aman untuk meningkatkan status kesehatan seseorang. Terutama pada penurunan kondisi fisik, kelemahan dan keletihan otot, ketegangan, kecemasan dan depresi. Salah satu bentuk *alternative therapy* adalah *hydrotherapy*. *Hydrotherapy* bentuknya macam-macam ada yang terapi berendam, terapi mandi, terapi sauna, terapi air hangat, kompres dan juga terapi dengan menggunakan *shower*. Beberapa penelitian dilakukan untuk menggali lebih dalam manfaat *shower*

untuk meningkatkan status kesehatan baik kesehatan fisiologis dan psikologis pada lansia. Mekanisme penggunaan air dengan berbagai metode tersebut dijelaskan dengan berbagai perspektif.

Shower therapy ini adalah terapi menggunakan semprotan air (mandi *shower*) atau bisa juga disebut terapi dengan arus air. Penyemprotan menggunakan air hangat dan dingin bersamaan pada orang yang sedang demam bisa memberikan efek [1], sebagai berikut.

- a. Membantu pengeluaran darah dari tubuh terdalem ke kulit
- b. Merangsang pengeluaran-pengeluaran dari lambung
- c. Penambahan jumlah sel, terutama sel-sel otot dan hati melalui pengaruh pada otak yang mengatur sistem suhu tubuh.
- d. Menambah kekuatan otot jantung
- e. Memperdalam pernafasan
- f. Menyegarkan dan memperbaiki sel-sel saraf

Pemandian dengan air dingin sering kali digunakan untuk menyembuhkan keluhan otot yang tegang dan lelah.

Shower therapy, apa pun metodenya dipastikan dapat meningkatkan kenyamanan seseorang karena proses degeneratif. *Shower therapy* yang menjadi salah satu metode *hydrotherapy* memiliki dua dinamika kerja. Yang pertama adalah *hyperthermic dynamic*. *Shower therapy* dengan air hangat dan tekanan tertentu dapat menyebabkan *vaso* dilatasi pembuluh darah dan menghangatkan aliran darah di pembuluh darah superfisial. Pada penelitian sebelumnya yaitu rancang bangun *shower therapy* dengan pengatur suhu dan tekanan air sudah ada uji coba pengaturan tekanan air dengan menggunakan pompa tekanan yang di atur menggunakan rangkaian *shower therapy*. Rangkaian *shower therapy* bisa digunakan untuk pengendalian tegangan kerja pompa pendorong yang bisa mempengaruhi tekanan air yang di hasilkan [9], [10], [11].

Vaso dilatasi pembuluh darah superfisial mengakibatkan peningkatan suhu tubuh melalui sirkulasi dan konduktivitas aliran darah. Kondisi ini menyebabkan sensitivitas saraf meningkat. *Heat-sensitive* neuron di aktivasi dan *cold-sensitive* neurons di pusat *thermoregulator* di *hypothalamus*. Proses inhibisi saraf simpatetik dan parasimpatetik menyebabkan *vaso* dilatasi dan mendorong individu berkeringat dan menyebabkan penurunan suhu tubuh. *Heart rate* meningkat 40-50%, *pO2* di periferal meningkat, *pCO2* menurun dan hal ini mengakibatkan meningkatnya metabolisme sel. Peningkatan temperatur sel akan meningkatkan aktivitas pembuangan atau eliminasi sampah metabolis. Terjadilah proses *body refresh* dan tubuh menjadi segar dan nyaman [4].

Dinamika berikutnya adalah *hydrostatic pressure dynamic*. Mandi *shower* dengan air hangat akan menimbulkan *heating effect*, meningkatkan hemodinamik tubuh yang mengakibatkan aliran vena, *cardiac output* dan metabolisme sel meningkat. Kondisi lain dari *heating effect* ini adalah tubuh mampu meningkatkan dan menguatkan fungsi imun tubuh. Tetapi harus berhati-hati untuk lansia dengan penyakit kardiovaskuler karena *immersion bathing* tidak menguntungkan karena akan meningkatkan *venous return load*.

Para peneliti menemukan bahwa *hydro therapy* atau *shower therapy* dapat meningkatkan respons kerja sistem peredaran darah jantung dan paru, respons thermo *regulator* tubuh dan dapat mengurangi *muscle spasticity*. Kondisi ini digambarkan sebagai sebuah keadaan di mana individu mengalami kontraktilitas otot terus menerus tanpa fase relaksasi. Kontraktilitas otot yang terus menerus ini menyebabkan penebalan, otot terasa keras dan kaku. Hal ini biasanya disebabkan karena penurunan fungsi otak atau spinal yang mengontrol gerak volunter tubuh. Manfaat dari *hydrotherapy* sangat tergantung pada beberapa prinsip-prinsip hydrodynamic antara lain; (1) kepadatan air, (2) daya tarik air, (3) daya apung, (4) tekanan hydrostatic dan (5) *thermodynamic*. *Thermodynamic* merujuk pada kemampuan air untuk mentransfer panas. Nilai therapeutik yang signifikan dari *hydrotherapy* adalah kemampuan air untuk mempertahankan panas sebaik kemampuannya mentransfer panas. Untungnya air adalah konduktor yang efisien, menghantar panas 25 kali lebih baik pada udara [3], [7].

Sebuah penelitian memberikan beberapa metode mandi; berendam dengan suhu air 40 °C sampai dengan leher, *shower* dengan membasahi seluruh tubuh dengan posisi duduk, dan sauna (mengabut dengan air hangat 40 °C). Partisipan dilakukan *muscle fatigue* pre-test, kemudian mandi dengan waktu 10 menit, kemudian diminta untuk beristirahat 10 menit setelah intervensi dan kemudian *post-test*. Hasilnya menunjukkan ada hubungan penurunan *muscle fatigue* dengan lamanya waktu mandi dan metode sauna dan berendam memberikan dampak lebih besar untuk menurunkan *muscle fatigue* daripada metode *shower* [6], [15].

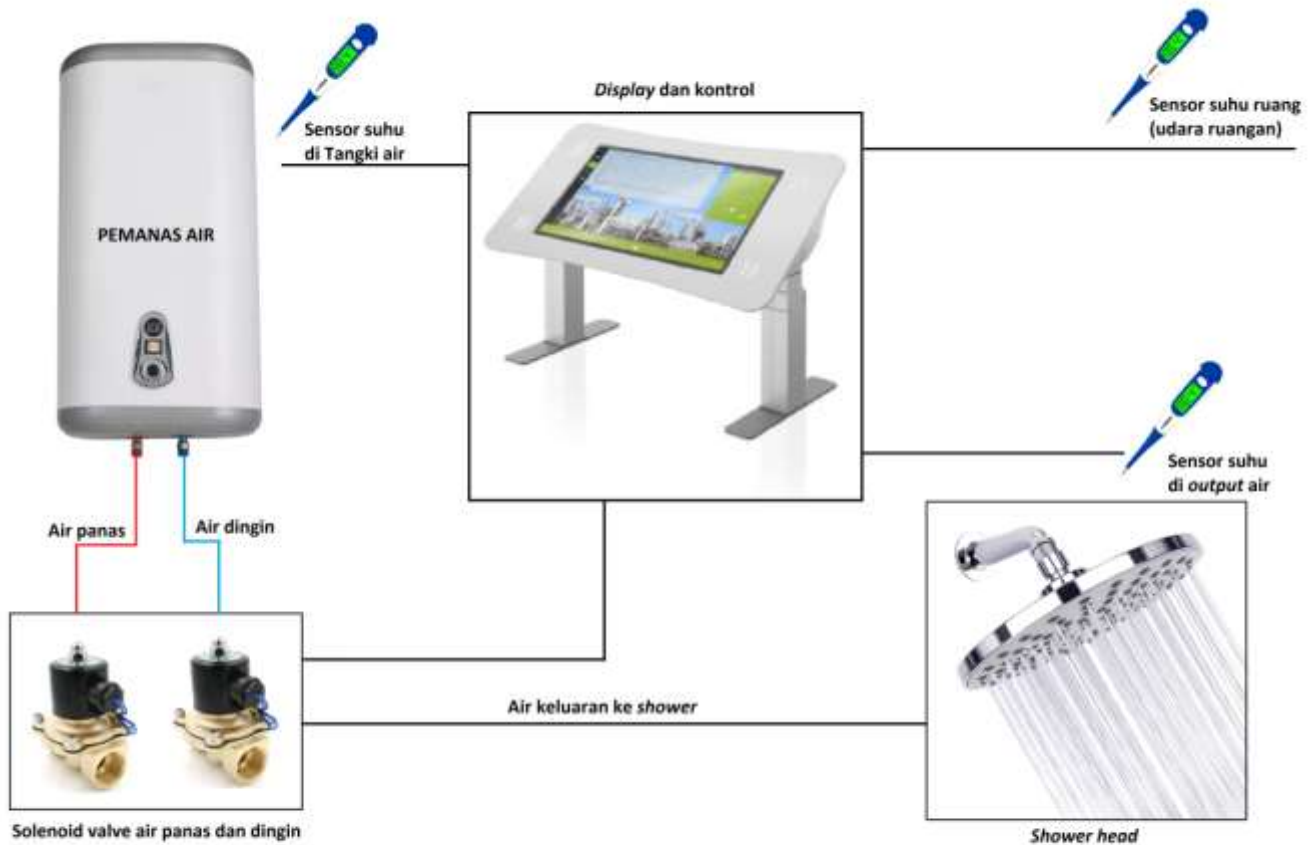
Terapi air seperti *shower therapy* dengan air hangat sangat di pengaruhi oleh temperatur air dan ruangan. Perbedaan temperatur udara luar dengan suhu air untuk mandi yang sangat besar akan menyebabkan masalah fisiologis yang serius. Tekanan darah sistolik meningkat secara tajam dan menyebabkan perubahan *heart rate* dan tekanan darah yang sangat cepat, sehingga bisa mengakibatkan kematian mendadak di kamar mandi. Jika suhu ruang dan suhu air pada kondisi optimal mandi dengan air hangat dapat menurunkan berat badan. Semakin meningkat suhu air mandi, semakin banyak berat badan turun [5], [14].

Untuk mencegah resiko perbedaan suhu ruang dan suhu air yang terlalu besar saat mandi dan atau *shower therapy* diperlukan sebuah sistem pengendali suhu air yang bisa menjaga perbedaan suhu tersebut pada level tertentu. Dengan sistem pengendali *fuzzy logic* suhu air akan bisa di kontrol menyesuaikan suhu udara luar (ruangan). Dengan mengatur nilai Delta (Δ) suhu udara luar dan suhu air maka kondisi perbedaan suhu ekstrem bisa di tanggulangi. Pengaturan suhu air bisa dilakukan dengan solenoid valve yaitu semacam kran elektrik [13]. Metode *fuzzy logic* pada penelitian ini bisa dilakukan dengan menggunakan sensor suhu sebagai *input* yang akan di proses di mikrokontroler untuk mengendalikan dua buah solenoid valve untuk mengatur air panas dan dingin agar bercampur dan menghasilkan suhu tertentu [11], [12]. Tujuan penelitian ini adalah membuat rancang bangun sistem pengendali suhu air pada *shower therapy* untuk mencegah terjadinya perbedaan suhu ekstrim antara air dan udara ruangan.

2. Metodologi Penelitian

Sistem pengendali suhu air pada *shower therapy* ini di rancang untuk dapat mengatur *output* air ke *shower head* menyesuaikan dengan suhu ruangan sesuai dengan delta (Δ) suhu yang di *setting* pada pengendali. Pengendalian suhu *output* air ini diatur dengan mengendalikan dua solenoid valve air dingin dan air panas. Sehingga *output* air yang keluar dari *shower head* akan menyesuaikan suhu udara ruangan yang terukur sensor suhu.

Pada Gambar 1, air dari sumber air akan di panaskan pada pemanas air. Setelah suhu air panas tercapai air akan di distribusikan ke *shower head* melalui dua solenoid valve. Solenoid valve akan membuka dan menutup mencampur air panas dan dingin untuk mengatur suhu air sesuai instruksi dari kontroler untuk di salurkan ke *shower head*. Suhu air yang di target atau yang ingin di capai adalah sebesar suhu ruangan ditambah dengan ΔT (nilai yang di *input* user).



Gambar 1. Diagram kerja sistem pengendali suhu air pada *shower therapy*

Bagian utama dari penelitian ini adalah bagian pengendali suhu air yang diterapkan secara *fuzzy logic*. Sehingga fokus penelitian ini ada respons hasil program pada mikrokontroler terhadap suhu air yang dikeluarkan setelah di atur.

Water mixer menggunakan dua buah solenoid valve yang di kendalikan mikrokontroler untuk menghasilkan suhu air yang di targetkan. Metode *fuzzy logic* digunakan untuk menghasilkan suhu air yang mampu menyesuaikan dengan suhu ruang. Ada dua parameter yang digunakan, yang pertama adalah suhu ruang yang di ukur menggunakan sensor suhu DS18B20 kemudian yang kedua adalah nilai yang dimasukkan user (ΔT) yang merupakan selisih antara suhu *output* air dengan suhu ruang. Nilai ΔT akan dimasukan menggunakan layar sentuh Nextion yang sekaligus digunakan sebagai monitor *display*.

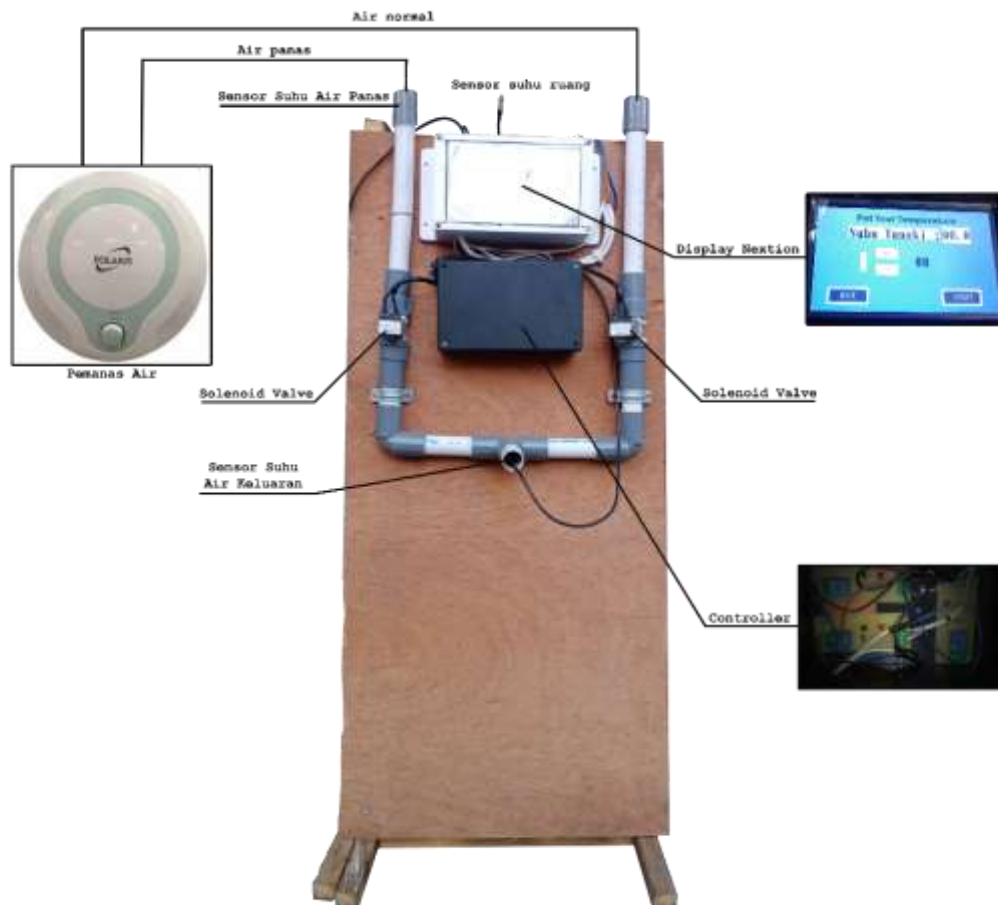
Untuk melakukan pengujian dan pengukuran sistem akan diuji dengan memberikan nilai ΔT bervariasi dari nilai 1 sampai dengan 10. Kemudian akan dilakukan pada suhu ruang yang berbeda yaitu diuji pada suhu

ruang 24 °C sampai dengan 30 °C. Kemudian akan diukur *output* suhu air yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Prototipe sistem kendali suhu air berhasil di buat dengan bentuk dan fungsi minimal terlihat seperti pada Gambar 2. Pada implementasinya sistem menggunakan *display* monitor layar sentuh Nextion 7 inchi yang selain digunakan sebagai monitor juga digunakan sebagai *input* nilai perbedaan suhu.

Dalam implementasi sistem pengendali suhu air untuk *shower therapy* ini digunakan dua parameter suhu, yaitu suhu sumber air panas, suhu ruangan untuk menghasilkan suhu air tertentu. Sistem kendali pada penelitian ini dibuat menggunakan metode fuzzy dengan tujuan agar suhu *output* air selalu menyesuaikan dengan suhu ruang. Data *input* yang diberikan pada sistem adalah berupa nilai selisih antara suhu ruang dan suhu yang diinginkan (ΔT). Suhu target *output* air yang akan di capai sistem adalah suhu ruang ditambah dengan nilai ΔT yang di *input* user.



Gambar 2. Prototipe implementasi sistem pengendali suhu air

Pengujian hasil suhu air yang di hasilkan dilakukan dengan rentang nilai ΔT dari 1 s/d 10 dan dilakukan pada kondisi suhu ruang yang berbeda dari mulai 24 °C s/d 30 °C. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1 sampai Tabel 10.

Tabel 1. Pengujian dengan $\Delta T=1$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	25	26.87	81
25	26	27.12	87
26	27	28.19	12
27	28	29.50	19
28	29	30.00	50
29	30	31.50	0
30	31	26.87	50

Tabel 2. Pengujian dengan $\Delta T=2$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	26	26.44	22
25	27	27.56	28
26	28	28.88	44
27	29	29.44	22
28	30	29.81	41
29	31	31.15	8
30	31	32.06	3

Tabel 3. Pengujian dengan $\Delta T=3$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	27	27.88	29
25	28	28.59	20
26	29	29.19	6
27	30	30.18	6
28	31	31.60	20
29	32	32.56	19
30	31	33.19	6

Tabel 4. Pengujian dengan $\Delta T=4$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	28	28.19	5
25	29	29.59	15
26	30	29.87	22
27	31	31.89	22
28	32	32.18	5
29	33	33.00	0
30	34	34.26	7

Tabel 5. Pengujian dengan $\Delta T=5$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	29	29.00	0
25	30	30.15	3
26	31	31.25	5
27	32	32.19	4
28	33	33.13	3
29	34	34.38	8
30	35	35.06	1

Tabel 6. Pengujian dengan $\Delta T=6$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	30	30.25	4
25	31	31.00	0
26	32	32.60	10
27	33	33.06	1
28	34	34.50	8
29	35	35.19	3
30	36	36.00	0

Tabel 7. Pengujian dengan $\Delta T=7$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	31	31.60	9
25	32	32.00	0
26	33	33.00	0
27	34	34.44	6
28	35	35.00	0
29	36	36.09	1
30	37	37.69	10

Tabel 8. Pengujian dengan $\Delta T=8$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	32	32.19	2
25	33	32.13	87
26	34	34.00	12
27	35	35.26	19
28	36	36.19	50
29	37	37.25	0
30	38	38.56	50

Tabel 9. Pengujian dengan $\Delta T=9$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	33	33.06	1
25	34	34.16	2
26	35	35.00	0
27	36	36.13	1
28	37	37.19	2
29	38	38.06	1
30	39	39.88	10

Tabel 10. Pengujian dengan $\Delta T=10$

Suhu ruang °C	Target suhu air °C	Suhu air terbaca °C	Penyimpangan %
24	34	34.44	4
25	35	35.19	2
26	36	36.26	3
27	37	37.00	0
28	38	38.26	3
29	39	39.19	2
30	40	40.13	1

Dari hasil pengujian seperti pada Tabel 1 sampai dengan 10 sistem pengendali suhu air ini belum cukup stabil karena target suhu air yang harus di capai masih fluktuatif. Secara *fuzzy logic* sistem pengendali suhu ini sudah bekerja dan mampu mengendalikan suhu air menyesuaikan suhu ruang. Dari data penyimpangan atau *error* yang terjadi menunjukkan sistem pengendali belum bisa bekerja cukup akurat, penyimpangan yang terjadi tidak linear dan tidak stabil. Pada *setting input* ΔT di atas nilai 5 terlihat hasil suhu air lebih stabil dengan rata-rata penyimpangan di bawah 10%. Dengan penyimpangan di bawah 10% dapat mendukung pencegahan efek negatif dari perbedaan suhu ruang dan suhu air yang terlalu tinggi [5].

4. Kesimpulan

Hasil rancang bangun sistem pengendali suhu air pada *shower therapy* dengan *fuzzy logic* berhasil dibuat dengan fungsi minimal. Input sistem, *display*, sensor suhu dapat bekerja dengan baik memberikan *input* pada kontroler. Sistem water mixer menggunakan solenoid valve bisa bekerja, dengan *output* suhu air yang cukup stabil. Setting nilai $\Delta T > 5$ menghasilkan *output* suhu air yang lebih stabil dengan rata-rata penyimpangan $< 10\%$. Pengaruh tekanan dan aliran air masih belum terlihat dan belum diamati.

Untuk pengembangan dan penelitian lanjutan ada beberapa hal yang perlu dijadikan perhatian. Pertama, suhu air yang dihasilkan pada *setting* $\Delta T < 5$ tidak stabil dan tidak akurat. Mungkin perlu dicoba menggunakan metode kontrol lain dan menggunakan solenoid valve yang lebih baik. Kedua, pengaruh tekanan dan aliran air

terhadap suhu air yang dihasilkan belum diketahui, perlu dilakukan penelitian terkait hal tersebut.

Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada LPP Universitas Sanata Dharma yang telah memberikan dukungan pendanaan penelitian ini, sehingga tulisan ini bisa terbit.

Daftar Rujukan

- [1] Mahmud, Hasan, M., Hidayat, A., Aqila, A. S., T, S., & Taufiq., A. (2007). *Terapi air : keampuhan air dalam mengatasi aneka penyakit berdasarkan wahyu & sains*. Qultum Media.
- [2] Aryani, Y., Masrul, M., & Evareny, L. (2015). Pengaruh Masase pada Punggung Terhadap Intensitas Nyeri Kala I Fase Laten Persalinan Normal Melalui Peningkatan Kadar Endorfin. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(1), 70–77. <https://doi.org/10.25077/jka.v4i1.193>
- [3] Hammill, H. V., Ellapen, T. J., Strydom, G. L., & Swanepoel, M. (2018). The benefits of hydrotherapy to patients with spinal cord injuries. *African journal of disability*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.4102/ajod.v7i0.a450>
- [4] Ohnaka, T., Tochihara, Y., Kubo, M., & Yamaguchi, C. (1995). Physiological and subjective responses to standing showers, sitting showers, and sink baths. *Applied Human Science: Journal of Physiological Anthropology*, 14(5), 235–239. <https://doi.org/10.2114/ahs.14.235>
- [5] Hashiguchi, N., & Tochihara, Y. (2005). Effects of bathroom temperature on thermal responses during whole-body bathing, half-body bathing and showering. *Elsevier Ergonomics Book Series*, 3(C), 163–169. [https://doi.org/10.1016/S1572-347X\(05\)80028-X](https://doi.org/10.1016/S1572-347X(05)80028-X)
- [6] Lee, S., Ishibashi, S., Shimomura, Y., & Katsuura, T. (2012). Physiological functions of the effects of the different bathing method on recovery from local muscle fatigue. *Journal of physiological anthropology*, 31(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/1880-6805-31-26>
- [7] Goto, Y., Hayasaka, S., Kurihara, S., & Nakamura, Y. (2018). Physical and mental effects of bathing: A randomized intervention study. *Evidence-based complementary and alternative medicine*. <https://doi.org/10.1155/2018/9521086>
- [8] Goto, Y., Hayasaka, S., & Nakamura, Y. (2012). Bathing in hot water, bathing in Japanese Style hot spring and drinking green tea may contribute to the good health status of Japanese. *Journal of the Japanese Society of Balneology, Climatology & Physical Medicine*, 75(4), 256–267. <https://doi.org/https://doi.org/10.11390/onki.75.256>
- [9] Wahid Ibrahim, A., Wahyu Widodo, T., & Wahyu Supardi, T. (2016). Sistem Kontrol Torsi pada Motor DC. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 6(1), 93. <https://doi.org/10.22146/ijeis.10775>
- [10] Herlan, H., & Prabowo, B. A. (2009). Rangkaian Dimmer Pengatur Iluminasi Lampu Pijar Berbasis Internally Triggered TRIAC. *INKOM Journal of Informatics, Control Systems, and Computers*, 3(1), 14–21. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14203/j.inkom.38>
- [11] Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting started with Arduino*. Maker Media, Inc..
- [12] Sokop, S. J., Mamahit, D. J., Eng, M., Sompie, S. R. U. A., Mahasiswa,), & Pembimbing,). (2016). Trainer Perifer Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 5(3), 13–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jtek.5.3.2016.11999>
- [13] Zarkasi, M., Mulia, S. B., & Eriyadi, M. (2018). Hal. 53-60 Performa Solenoid pada Valve Alat Pengisian Air Minum

Otomatis. *Elektra*, 3(2), 53–60. <https://pei.e-journal.id/jea/article/view/55>

- [14] Arianto, E. (2022a). Design a sitting *shower therapy* with water temperature and pressure controller. *JHeS (Journal of Health Studies)*, 6(1), 9–14. <https://doi.org/10.31101/jhes.2436>
- [15] Tochihara, Y. (2022). A review of Japanese-style bathing: its demerits and merits. *Journal of Physiological Anthropology*, 41(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s40101-022-00278-0>