



Kinerja Fuzzy Tiga Partisi pada Pengendali Solid Level

Zaidir Jamal¹, Ari Widiyanto², Novi Herawadi Sudibyo³

^{1,2,3}Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya; Jl. ZA. Pagar Alam No.93, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung 35141 Telepon: (0721) 787214

^{1,2,3}Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Sistem Komputer, Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya, Bandar Lampung

*Email Penulis Korespondensi: zaidirjamal@darmajaya.ac.id

Abstrak

Kendali fuzzy digunakan pada plant yang kompleks dengan banyak parameter. Kendali fuzzy telah diterapkan di industri dan peralatan-peralatan rumah tangga. Tujuan pengendalian adalah kinerja dari kondisi rise time sampai pada keadaan settling time dan bagaimana sistem mengatasi gangguan. Tujuan penelitian mengembangkan sistem fuzzy tiga partisi dan membandingkan kinerjanya dengan fuzzy lima partisi. Segitiga bertindak sebagai tautan, fuzzifikasi digunakan sebagai tautan tunggal. Kontrol fuzzy terdiri dari tiga bagian dengan 9 aturan. Center of Average (CoA) digunakan untuk defuzzifikasi. Sensor jarak ultrasonik digunakan untuk mengukur level dan tegangan output sebagai loop kontrol. Nilai dipantau menggunakan program akuisisi data. Hasil penelitian menunjukkan kinerja yang tidak jauh berbeda dengan overshoot dan rise time, serta kontroler dapat mempertahankan nilai di sekitar set point.

Kata kunci— *Fuzzy, Rise time, Over Shoot*

Abstract

Fuzzy control has been applied in industry and household appliances. The purpose of control is the performance from the rise time condition to the settling time condition and how the system overcomes disturbances. The aim of this research is to develop a three subset fuzzy system and compare its performance with a five subset fuzzy system. Triangle functions as membership, fuzzification is used singleton. Fuzzy control is designed with three subset with 9 rules. Center of Average (CoA) is used as defuzzification. Ultrasonic proximity sensor is used to measure the level, output voltage as a control feedback loop. Levels were observed using a data acquisition program. Research results in performance that is not much different from over shoot and rise time, controller can maintain levels around the set-point

Keywords— *Fuzzy, Rise time, Over Shoot*

1. PENDAHULUAN

Kendali *Fuzzy Logic Controller (FLC)* telah diterapkan secara meluas pada industri. Terdapat situasi kompleks dengan banyak parameter di mana kendali konvensional tidak selalu efektif dan akurat, sehingga FLC dikembangkan sebagai alternatif [1][2].

Desain dan analisa sistem kontrol konvensional didasarkan pada model matematika mereka, yang biasanya sangat sulit dicapai. Proporsional-Integral-Turunan (PID) *controller* adalah kontrol yang sederhana, handal dan akurat digunakan dalam *loop* umpan balik industri [3]. Salah satu yang paling banyak cara yang efektif untuk memecahkan masalah ini adalah dengan menggunakan cerdas dan teknik sistem kendali lanjutan atau *hybrid* kombinasi kontrol konvensional dan cerdas teknik. Pengontrol *fuzzy* yang digunakan dalam makalah ini memberikan kinerja yang lebih baik daripada yang konvensional pengendali dalam hal *settling time*, *response time*, *overshoot* dan ketahanan. Penting untuk memilih yang terbaik desain kontroler untuk proses tangki *hopper*[4].

Pengontrol gabungan bisa memberikan kinerja kontrol yang lebih baik daripada yang sederhana kontroler PID konvensional saja memiliki menerapkan sistem kontrol *hybrid neuro-fuzzy* ke tangka dalam industri perminyakan untuk mengontrol tingkat tangki pelarut tanaman *dewaxing*[5]. Formulasi kontroler hybrid dan analisis kinerja kontrol. Stabilitas input terbatas / output terbatas sistem kontrol *fuzzy* PD dan *fuzzy* PI + *fuzzy* D dianalisis dalam sistem lebih stabil bila *fuzzy* PD dan *fuzzy* PI + pengontrol *fuzzy* D digunakan daripada pengontrol PID. Pendekatan desain baru untuk *hybrid fuzzy* Pengontrol P + ID telah diusulkan berdasarkan stabilitas yang memadai kondisi dibanyak metode melibatkan kompleks perhitungan[6]. Banyak karya telah dijelaskan untuk membuat *respon loop* tertutup lebih cepat sementara mereka tidak berkurang *overshoot* dan *settling time respon loop* tertutup pada a cara yang memuaskan[7].

FLC adalah sebuah sistem *fuzzy* yang dirancang khusus untuk diterapkan pada bidang kontrol. FLC banyak diterapkan dalam kontrol karena lebih manusiawi dibandingkan dengan kontrol klasik, karena merepresentasikan pengetahuan operator atau ahli dalam mengoperasikan atau mengendalikan sistem atau *plant* [8]. Studi penerapan FLC dalam sistem tangki untuk mempertahankan aras cairan konstan [A, B], kemudian pada *hopper* menggunakan kendali PI [C], dan *Fuzzy*-PID [D, E]. Implementasi kendali *fuzzy* lima dan tujuh partisi pada miniatur *hopper-conveyor plant* menghasilkan respon aras (*solid level*) yang dapat dipertahankan disekitar *set point* pada kedua kendali, tanpa adanya *overshoot*, tetapi *rise time* 304 detik untuk tujuh partisi, dan 250 detik untuk lima partisi. Dengan kata lain, tujuh partisi lebih lambat dalam merespon [9].

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem *fuzzy* dengan menambahkan sub sistem tiga partisi dan menguji implementasinya pada miniatur *hopper-conveyor plant*, serta menguji kinerja kendali [9]. Hasil pengujian dibandingkan dengan kendali *fuzzy* lima partisi. Studi perancangan dan implementasi kendali *fuzzy* banyak dilakukan pada sistem tangki (*liquid level*) [10]. Namun, penelitian ini memfokuskan pada pengembangan sistem *fuzzy* untuk mengendalikan aras (*level*) *solid* pada *hopper-conveyor plant*.

2. METODE PENELITIAN

Dalam studi ini, peralatan yang diterapkan mencakup *inverter speed drive* 0,75 kW sebagai modul komersial, dan modul sensor jarak ultrasonik yang disesuaikan bersama dengan program pengambilan data. Komponen terpisah dan terintegrasi seperti mikrokontroler didesain sebagai modul kendali *fuzzy*. Kendali *fuzzy* dimanfaatkan sebagai kendali *level* pada miniatur *Hopper-conveyor plant* yang beroperasi dengan motor induksi 0,5 Hp 3 fasa 220 V 1500 rpm [4]. Program *fuzzy* tiga partisi diatur dengan fungsi keanggotaan segitiga dengan bahu dan fuzifikasi menggunakan *singleton*, basis aturan didasarkan pada tanggapan undak, inferensi *max-min* dan defuzifikasi *Center of Average (CoA)*.

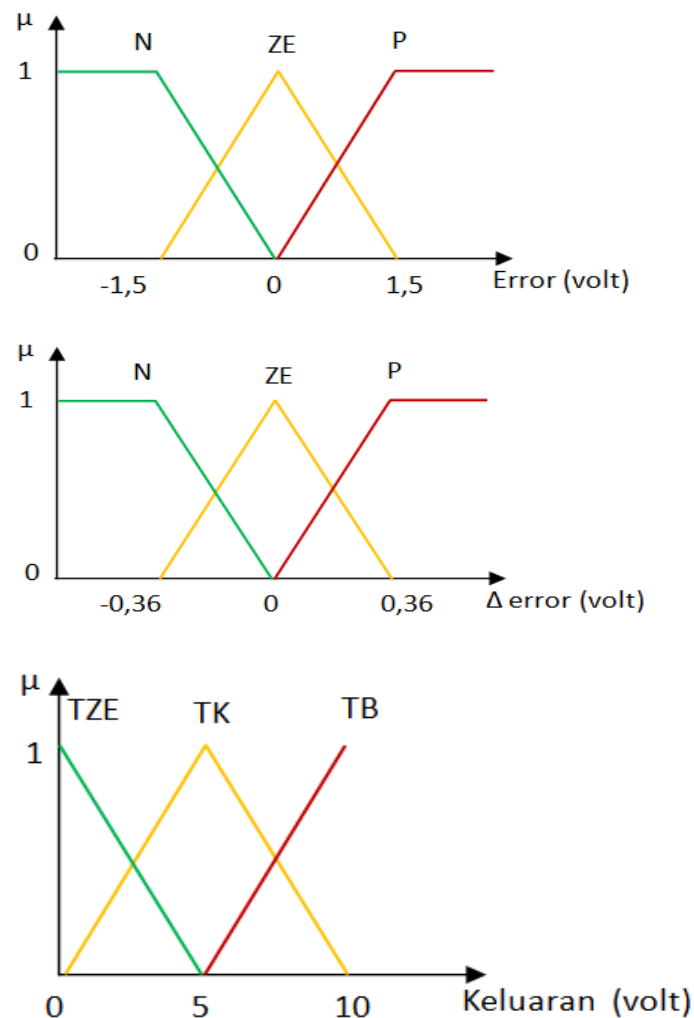
2.1. Pemetaan Ruang Input dan Output

Pemetaan ruang masukan dan keluaran menggunakan fungsi segitiga yang dibatasi oleh fungsi bahu. Semua nilai masukan berada dalam rentang plus dan minus, sedangkan nilai keluaran berada dalam rentang *plus*. Oleh karena itu, rancangan himpunan masukan dan keluaran adalah sebagai berikut:

- Rentang himpunan error adalah dari -1,5 volt hingga +1,5 volt, dengan partisi tujuh, lima, dan tiga. Rentang himpunan $\Delta error$ adalah dari -0,36 volt hingga +0,36 volt.
- Keluaran kendali *fuzzy* adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menggerakkan *inverter speed drive*. Rentang himpunan keluaran adalah dari 0 hingga 10 volt.

2.2. Fuzifikasi

Himpunan masukan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dengan bahu dan fuzifikasi menggunakan *singleton*. Pemetaan tiga partisi pada gambar 1 (a), peubah linguistik himpunan *error* N= Negatif, ZE= Zero, P= Positif. Pada gambar 1 (b) peubah linguistik himpunan $\Delta error$ N= Negatif, ZE= Zero, P= Positif. Pada gambar 1 (c) peubah linguistik himpunan keluaran TZE= Tegangan Zero, TK= Tegangan Kecil, TB= Tegangan Besar.

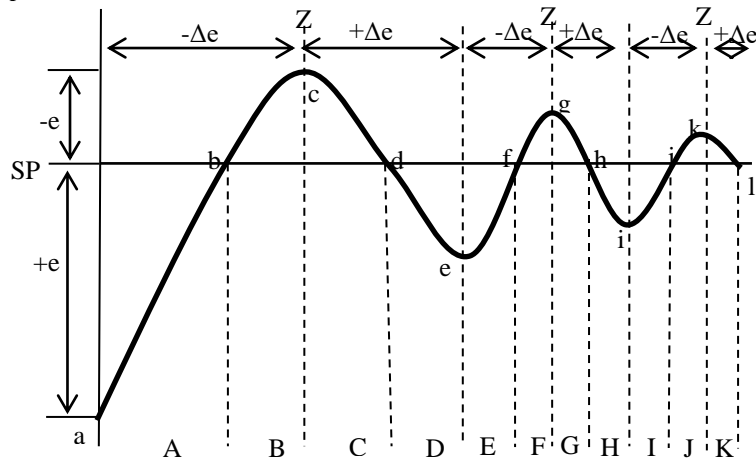


(c)

Gambar 1. Pemetaan tiga partisi

2.3 Basis Aturan

Peraturan-peraturan dibentuk berdasarkan *respons* dari sistem tanggapan undak, sehingga untuk mempermudah perancangan *respons* undak dipetakan seperti yang terlihat pada Gambar 2. Tabel 1 menunjukkan aturan-aturan untuk pengendalian *fuzzy* tiga partisi berdasarkan *respons* undak.



Gambar 2. Tanggapan undak

Tabel 1. Aturan-aturan tiga partisi

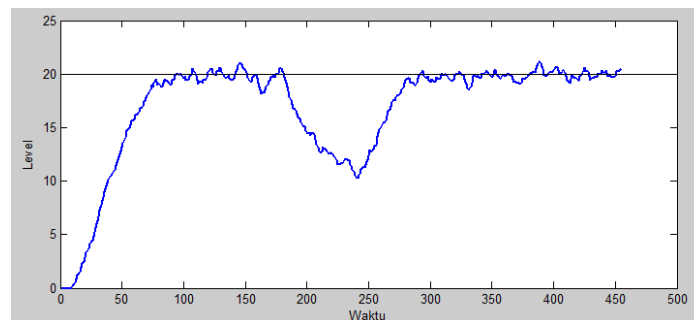
Aturan ke-	E	CE	CU	Referensi	Fungsi
1	P	ZE	TB	a, e, i	Memperpendek <i>rise time</i>
2	ZE	N	TK	b, f, j	Mengurangi <i>overshoot</i>
3	N	ZE	TK	c, g, k	Mengurangi <i>overshoot</i>
4	ZE	P	TB	d, h, l	Mengurangi osilasi
5	ZE	ZE	TZE	SP	Sistem berhenti
6	P	N	TB	A, E	Memperpendek <i>rise time</i>
7	N	N	TK	B, F, J	Mengurangi <i>overshoot</i>
8	N	P	TK	C, G	Mengurangi <i>overshoot</i>
9	P	P	TB	D, H	Mengurangi osilasi

2.4 Inferensi dan Defuzifikasi

Mekanisme inferensi *fuzzy* menggunakan operator maksimum-minimum sementara defuzifikasi menggunakan teknik *COA* (*Center of Average*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum kendali diimplementasikan ke *hopper-conveyor plant* dilakukan pengujian apakah perangkat keras dan perangkat lunak telah bekerja menggunakan program akuisisi data melalui komunikasi serial. *Respon* sistem diperoleh dari aplikasi pengambilan data yang sumber datanya berasal dari sensor ultrasonik. Parameter evaluasi yang digunakan adalah *rise time*, *overshoot* dan integral kesalahan nilai *absolut*. Pengujian dilakukan seperti pada FLC lima partisi, aras *solid* di *hopper* diukur oleh program akuisisi data sensor ultrasonik, kemudian diberi gangguan dengan menutup keluaran *hopper* [10]. Berdasarkan hasil pengujian implementasi kontrol *fuzzy* tiga partisi 9 aturan, FLC dapat mempertahankan *set point* pada aras 20 cm dari bawah *hopper*, tidak terdapat *overshoot*, waktu naik mencapai 270 detik, dan rata-rata integral kesalahan nilai *absolut* sebesar 3,3167. Tanggapan kontrol dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tanggapan tiga partisi

4. KESIMPULAN

Penerapan kontrol *fuzzy* dengan tiga partisi pada *hopper-conveyor plant* untuk level solid menunjukkan respons *over shoot* yang hampir sama dengan sebelumnya. *Respons rise time* dari tiga partisi adalah 270 detik, sedangkan lima partisi lebih lambat. Secara teori, tiga partisi seharusnya lebih cepat dari lima partisi, namun kemungkinan karena terjadi perubahan bentuk bahan *solid* (biji-bijian) saat diuji berulang kali.

Secara keseluruhan, kontrol *fuzzy* untuk level solid pada *plant* miniatur *hopper-conveyor plant* memberikan kinerja yang baik dengan kemampuan untuk menjaga level di sekitar set-point dan dapat mengatasi gangguan. Kendali aras solid pada *hopper* tidaklah kritis maka sistem *fuzzy* yang digunakan cukup tiga partisi.

5. SARAN

Saran untuk penelitian lebih lanjut guna menutupi kekurangan penelitian pada saat pengujian bahan baku (kacang hijau) diganti dengan yang baru pada saat berganti ke pengendali berikutnya, serta waktu pemberian gangguan diupayakan sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan kepada Tim Editorial Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. W. Jadmiko, S. Yahya, S. Sudrajat, and F. Azizah, "Komparasi Kinerja Kendali PID dan Logika Fuzzy pada Simulator Plant Orde Dua," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 5, no. 2, p. 237, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i2.2020.237-246.
- [2] B. Mondal, Am. Billaha, B. Roy, and R. Saha, "Performance Comparison of Conventional PID and Fuzzy Logic Controller in the Field of over headed Water Level Control System Transducer design and development View project Performance Comparison of Conventional PID and Fuzzy Logic Controller in the Field," *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 6, pp. 76–81, 2016, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/307638939>
- [3] I. R. Imaduddin, "Design of Water Level Control in Tank Based on Fuzzy Logic," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, p. 145, 2021, doi: 10.12928/biste.v2i3.3307.
- [4] C. Vinothkumar and C. Esakkiappan, "Fuzzy PI and Fuzzy PID controller based hopper tank level control system," *Proc. 2021 1st Int. Conf. Adv. Electr. Comput. Commun.*

-
- Sustain. Technol. ICAECT* 2021, no. December, 2021, doi: 10.1109/ICAECT49130.2021.9392451.
- [5] R. Manikandan, S. C. Mohan, A. S. R, and S. J. A, “Implementation of Fuzzy PID Controller for Hopper Type Process Implementation of Fuzzy PID Controller for Hopper Type Process,” no. May, 2018.
- [6] F. CHABNI, R. TALEB, A. BENBOUALI, and M. Amin, “The Application of Fuzzy Control in Water Tank Level Using Arduino,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 7, no. 4, pp. 261–265, 2016, doi: 10.14569/ijacsa.2016.070432.
- [7] C. Vinothkumar and C. Esakkiappan, “Optimization of PI controller on level control of hopper tank system with PSO technique,” *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 69, no. 10, pp. 178–185, 2021, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V69I10P222.
- [8] F. Wahab, A. Sumardiono, A. R. Al Tahtawi, and A. F. A. Mulayari, “Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan,” *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31544/jtera.v2.i1.2017.1-8.
- [9] Jamal Zaidir, Wahyunggoro Oyas, and Imam Cahyadi Adha, “Perancangan Dan Implementasi Kendali Fuzzy Menggunakan Mikrokontroler Pada Hopper-Conveyor Plant,” pp. 1–6, 2014.
- [10] D. Asija, “Speed control of induction motor using fuzzy-PI controller,” *ICMEE 2010 - 2010 2nd Int. Conf. Mech. Electron. Eng. Proc.*, vol. 2, no. June, 2010, doi: 10.1109/ICMEE.2010.5558463.