

Analisa Penerapan Fuzzy Logic Di Dalam Proses Kestabilan Kontrol Robot Lengan Berbasis Komputer

Amani D Tarigan, Imam Muhtadin, Muhammad Yusuf, Dwi Putri Wardani, Mhd. Devid Ginnola, Anggara Dinata, Solly Aryza

Fakultas Sains dan Teknologi, Prodi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia
Email: *dwiputriwardani20@gmail.com

Abstrak

Robot merupakan sebuah mesin otomatis dengan gerakan yang dikendalikan oleh sistem control yang digunakan untuk membantu jenis pekerjaan manusia baik di industri maupun di luar industri. Perencanaan sistem kontrol lengan robot ini menggunakan komputer sebagai pengolah data dengan antarmuka PPI-8255 dan port paralel (LPT1). Oleh sebab itu agar membuat robot lebih terampil dan mempertahankan kestabilan sistem untuk menangani jenis pekerjaan manusia maka di dalam paper ini mendeskripsikan penggunaan metode Fuzzy Logic Controller (FLC) yaitu sistem kontrol fuzzy yang mampu menyesuaikan perubahan parameter akibat ketidaklinieran dan ketidakpastian sistem dan menggunakan sensor yang akan dibaca oleh komputer. Simulasi sistem Fuzzy Logic Controller (FLC) ini menggunakan matlab untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem kontrol FLC. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan load atau disturbance yang diujikan, kontroler FLC mampu mempertahankan kestabilan sistem pada robot untuk menangani jenis pekerjaan manusia.

Kata Kunci : Robot, FLC, Sistem Kontrol, Kestabilan, Komputer

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) terutama dalam bidang elektronika berkembang demikian pesatnya. Perkembangan tersebut melahirkan masalah dan tuntutan yang baru yang dihasilkan oleh industry. Tenaga manusia yang berkualitas dan kemampuan yang tinggi dalam bidang IPTEK, diperlukan bagi bangsa Indonesia yang masih menghadapi krisis ekonomi. Hal tersebut telah membuat pihak industry berpindah dari sistem otomatis, dengan kemampuan manusia yang semakin kecil. Maka dari itu pihak industry berusaha untuk memberikan pemahaman tentang mengotomatisasi proses-proses produksi yang ada pada industri. Dalam bidang otomatisasi tersebut, robot sendiri memegang peranan utama sebagai salah satu hal yang potensi pengembangannya saat ini terbesar. Fungsi utama robot itu sendiri dalam dunia industri saat ini adalah menggantikan tugas manusia yang berhubungan dengan kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang, yang membutuhkan daya tahan serta konsentrasi yang tinggi, terutama untuk melakukan pekerjaan fisik yang berat, memindahkan barang, memposisikan benda dan proses-proses lainnya.

Pada dasarnya robot adalah sebuah mesin otomatis dengan gerakan yang dikendalikan oleh sistem control yang digunakan untuk membantu jenis pekerjaan manusia baik di industri maupun di luar industri. Dimana sistemnya menggunakan sistem Fuzzy Logic Controller (FLC) dimana sistem kontrol FLC pada robot dan sensornya dikembangkan dengan menggunakan komputer. Logika sistem kontrol pada FLC menerapkan salah satu sistem kemampuan manusia untuk mengendalikan sesuatu, yaitu dalam bentuk aturan-aturan Jik-Maka (If-Then Rules), sehingga proses pengendalian atau statement yang akan mengikuti pendekatan secara linguistic sehingga dilakukan pengembangan dalam penelitian ini sehingga dapat mengetahui pentingnya sistem kontrol Fuzzy Logic Controller (FLC) pada robot yang menerapkan suatu sistem kemampuan manusia untuk mengendalikan sesuatu dalam dunia industry dan menganalisa pengaruh sistem kontrol Fuzzy Logic Controller (FLC) pada robot yang berbasis komputer..

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Robot

Istilah robot pertama kali diperkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh seorang dramawan Ceko Slowakia yang bernama Karel Capek dalam dramanya yang berjudul R.U.R (Rossum's Universal Robots). Menurut Karel Capek arti robot pada dasarnya adalah "forced labour" yang berarti pekerja paksa, sedangkan dalam pengertian modern kata robot sudah mengalami perluasan makna. Robot dapat dikatakan sebagai "a reprogrammable and multifunctional manipulator designed to move material, part, tools, and specialized devices through variable programmed motions for the performance of variety of tasks". Dari pengertian di atas, terdapat tiga kata kunci yang menunjukkan ciri sebuah robot yaitu: reprogrammable (dapat diprogram kembali), multifunctional (multifungsi), dan move material, part, tools (mendefinisikan tugas manipulator) (McDonald, 1986).

Jadi definisi robot khususnya robot industri adalah perangkat multifungsi yang dirancang untuk memanipulator dan mentransformasikan alat atau perangkat tertentu yang dapat melintasi suatu lintasan yang telah diprogramkan guna menyelesaikan tugas-tugas tertentu. Untuk dapat disebut sebagai sistem robot modern, sebuah mesin sedikitnya terdiri dari tiga hal utama yaitu: (Aryza, 2018)

a. Manipulator

Manipulator yaitu merupakan unit mekanik yang melakukan fungsi gerakan. Pada robot, manipulator biasanya terdiri dari bagian lengan (main frame) dan bagian pergelangan (wrist). Fungsi dari manipulator ini adalah untuk memungkinkan robot untuk mencapai suatu posisi tertentu dengan presisi.

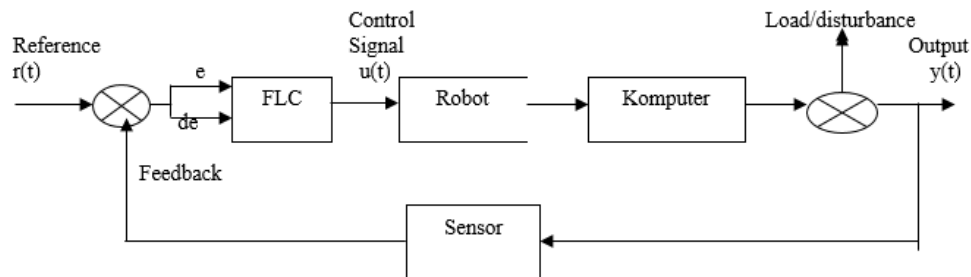
b. Aktuator

Berfungsi sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan manipulator. Aktuator pada robot dapat memakai sistem hidrolik, sistem pneumatik, motor DC, motor AC, motor stepper dan berbagai jenis penggerak lainnya.

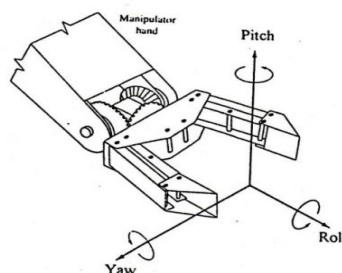
c. Prosesor

Merupakan otak dari robot, berfungsi untuk menyimpan dan memproses setiap urutan gerakan pada robot. Biasanya bagian prosesor ini memungkinkan robot untuk melakukan berbagai jenis tugas yang diprogramkan kepadanya.

Struktur sistem kontrol FLC pada robot lengan ditujukan pada gambar 1. Sinyal kontrol u merupakan sinyal dihasilkan oleh pengontrol FLC yang digunakan untuk mengontrol robot. Gerakan pergelangan tangan robot ditunjukkan pada gambar 2. (Fu, 1987)



Gambar 1. Struktur Sistem Kontrol FLC pada robot lengan



Gambar 2. Tiga Akses Pergerakan Pergelangan Tangan Robot

2.2 Programmable Peripheral Interface 8255 (PPI-8255)

Programmable Peripheral Interface (PPI-8255) adalah salah satu dari I/O device yang dapat diprogram oleh pengguna. PPI-8255 biasanya digunakan sebagai general purpose I/O untuk menginterfacekan peralatan luar ke dalam sistem bus komputer (CPU). PPI-8255 yang dirancang untuk membuat port masukan dan keluaran. IC ini mempunyai 24 bit I/O yang terorganisasi menjadi 3 port 8 bit dengan nama port A, port B, dan port C (Pitowarno, 1987).

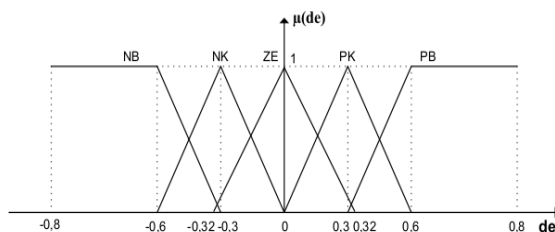
Basis pengetahuan dari FLC yang dirancang, diperoleh melalui analisis terhadap phase plane dan Step respon system. Pada model sistem kontrol yang menggunakan pendekatan heuristik dalam perancangannya, kebanyakan sistem kontrol berbasis logika fuzzy, sering memanfaatkan phase plane untuk mengetahui perilaku close-loop system dan merencanakan strategi pengontrolannya (Yan, 1994).

Jika ditentukan bahwa fuzzy subset setiap masukan dan keluaran memiliki variabel linguistik berupa Negatif Besar (NB), Negatif Kecil (NK), about zero (ZE), Positif Kecil (PK) dan Positif Besar (PB), maka berdasarkan step respon system dengan menggunakan AND sebagai operasi hubungan antara e dan de , diperoleh basis aturan kontrol fuzzy atau fuzzy rule base antara masukan (e, de) dan keluaran (u) dengan: IF e is NB AND de is NB THEN u is NB, seperti pada tabel 1. (Hanafi, 2011)

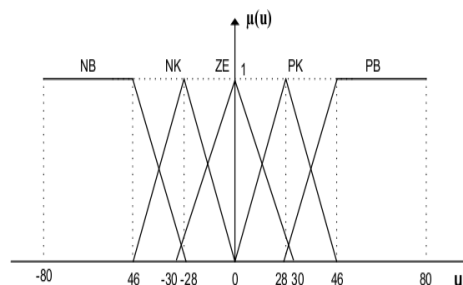
Tabel 1. Fuzzy Rule base

		de				
U		NB	NK	ZE	PK	PB
e	NB	NB	NB	NB	NB	NB
	NK	NB	NK	NK	ZE	ZE
	ZE	NK	ZE	ZE	ZE	PK
	PK	ZE	ZE	PK	PK	PB
	PB	PB	PB	PB	PB	PB

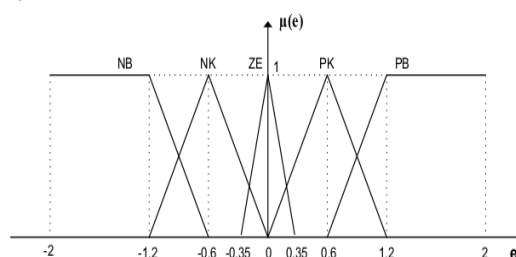
Untuk proses fuzzifikasi dari masukan (e, de) dan keluaran (u), digunakan fungsi segitiga dan kurva bahu pada akhir area fuzzy sebagai fungsi keanggotaannya, seperti terlihat pada gambar 3 sampai gambar 5 Berdasarkan hasil analisa sistem yang kemudian dilakukan penyesuaian sampai diperoleh pengontrol yang baik dengan coba-coba (trial and error), didapatkan jangkauan nilai masukan e dari -2 sampai dengan 2 dan jangkauan nilai de dari -0,8 sampai 0,8, sehinggafungsi keanggotaan untuk variabel linguistik masing-masing masukan tersebut seperti terlihat pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan dan Variabel Linguistik untuk e

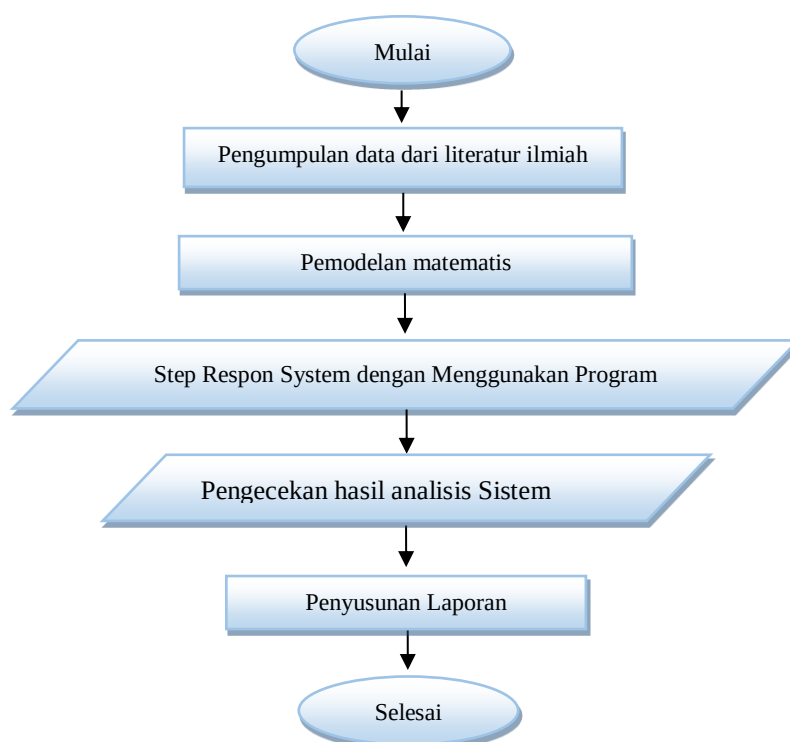


Gambar 4. Fungsi Keanggotaan dan Variabel Linguistik untuk de



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan dan Variabel Linguistik untuk u

Dengan cara yang sama diperoleh jangkauan untuk nilai keluaran u sebesar -80 sampai dengan 80. gambar 5 memperlihatkan fungsi keanggotaan dan variabel linguistik untuk keluaran (u). Adapun tahapan penelitian dilakukan menggunakan tahapan-tahapan yang akan dijelaskan dalam bentuk flow chart sebagai berikut:



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilaksanakan untuk mengetahui apakah robot lengan yang dirancang telah sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian ini dilakukan pada keseluruhan bagian dari robot lengan yang dirancang dan hasil pengujian disajikan pada Tabel 2 (Aryza, 2018)

Tabel 2. Hasil pengujian sistem kontrol robot lengan secara keseluruhan.

Pengujian	B	Sh	El	WP	WR	G	Error ($\square$)	(Ei $\square$)	Posisi ($\square$)
RAM	227	35	35	94	101	B	-		
1	227,5	32,5	34,8	94	103	B	1,3	0,2025	Posisi 1
2	227	32,5	35,3	94,5	103	B	1,06	0,4761	
3	227,5	30	35,5	95	104	B	2	0,0625	
4	227,5	30,5	35,5	96	102	B	1,7	0,0025	
5	228	30,5	35,5	93,8	97	B	3,4	2,7225	
6	227,5	29,5	35,5	90	98	B	2,7	0,9025	
7	227,5	29,5	34,5	91	98	B	2,7	0,9025	
8	227,5	31,5	35,5	92	97	B	2,1	0,1225	
9	227,5	33	35,3	92	98	B	1,56	0,0361	
10	227,5	34	35,5	97	97	B	1,8	0,0025	
11	228	34	35,2	97	91	B	3,24	2,2201	
12	228	33	35,5	99	110	B	3,5	3,0625	
13	228	33	35,3	98	108	B	2,86	1,2321	
14	227	33	35,3	90	101	B	1,26	0,2401	
15	227	33	35,5	92	101	B	0,9	0,7225	
16	228	33	35,5	93,5	102	B	1	0,5625	
17	227,5	32	35,5	94	103	B	1,2	0,3025	
18	227	32	35,5	94	98	B	1,5	0,0625	
19	227	31	35	94	97	B	1,6	0,0225	
20	228,5	33,5	35,5	97	98	B	1,9	0,0225	
21	227,5	32,5	35,5	92	100	B	1,3	0,2025	
22	227,5	31,5	35,3	92	101	B	1,26	0,2401	
23	228	34	35,3	93	107	B	1,86	0,0121	
24	228	33,5	35,3	96	107	B	2,16	0,1681	
25	228,5	32,5	35	100	106	B	3	1,5625	
26	227	31,5	34,5	96	108	B	2,54	0,6241	
27	227	32,5	32,5	95	106	B	1,7	0,0025	
28	227,5	30	30	89	107	B	3,34	2,5281	
29	227	29	29	91	107	B	3,04	1,6641	
30	227	31,5	31,5	98	113	B	3,9	4,6225	
n = 30							$\sum \bar{E}$ = 1,75	$\sum (E - \bar{E})^2$ = 25,5086	
RAM	100	40	49	47	46	T	-		
1	100,5	42	50	47	39	T	2,1	1,629	Posisi 2
2	101	44	49,5	48	40	T	2,5	0,7569	
3	101	46	49,5	48	41	T	2,7	0,4489	
4	101,5	56	51	48,5	41	T	5	2,6569	
5	101	55	50,8	48,5	45	T	4,06	0,4761	
6	101,5	59	50,3	50	44	T	5,36	1,69	
7	101	57	50,2	50,5	43	T	5,14	1,1664	
8	101	57	50,8	51	44	T	5,16	1,21	
9	101	56	50	51	46	T	4,4	0,1156	
10	100	45	50	51	45	T	2,2	3,4596	
11	100,5	43	49,5	47,5	44	T	1,3	7,6176	
12	101	42	50	47	43	T	1,4	7,0756	
13	101	41	49,8	46	38	T	2,36	2,89	
14	100,5	43	50	45	38	T	2,9	1,3456	

15	101	45	49,2	50	39	T	3,64	0,1764
16	100,5	46	49,5	49	45	T	2	4,2436
17	101	44	50,3	48,5	46	T	1,56	6,25
18	100	61	49,5	49	446	T	4,7	0,4096
19	101	48	49,2	46	45	T	2,24	3,3124
20	101	55	50	46	44	T	4	0,0036
21	101	56	49,8	51	44	T	4,36	0,09
22	100,5	45	49,5	50	44	T	2,2	3,4596
23	101	41	50	48	55	T	2,6	2,1316
24	100,5	45	50,2	49	46	T	1,74	5,3824
25	101,5	48	49,8	50	46	T	2,66	1,96
26	101,5	55	49,5	50	45	T	4,2	0,0196
27	101	56	50	50	47	T	4,4	0,1156
28	100,5	57	50	50	45	T	4,5	0,1936
29	101,5	60	50	50,5	46	T	5	0,8836
30	100,5	58	50	50	45	T	4,7	0,4096
n = 30							$\sum \bar{E}$ = 3,37	$\sum (E - \bar{E})^2$ = 61,5633

Untuk posisi 1 (positif) :

$$\text{Standar Deviasi (s)} : \sqrt{\frac{\sum (E_i - \bar{E})^2}{n}} : \sqrt{\frac{25.5086}{30}} = 0,92^\circ \dots\dots\dots 1$$

Untuk posisi 2 (Negatif) :

$$\text{Satandar Deviasi (s)} : \sqrt{\frac{\sum (E_i - \bar{E})^2}{n}} : \sqrt{\frac{61.5633}{30}} = 1,43^\circ \dots\dots\dots 2$$

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, error dihitung berdasarkan kumulatif selisih sudut yang timbul antara data posisi yang dihasilkan pada saat pengujian dan data posisi aktual/awal yang dikontrol dibagi dengan kumulatif derajat kebebasan pada robot lengan yaitu 5, dimana pengujian tersebut dilakukan pada saat eksekusi mode otomatis. Sedangkan error rata-rata merupakan perbandingan antara kumulatif error yang dihasilkan pada tiap-tiap pengujian dengan banyaknya data yang dilakukan pada saat pengujian, yaitu 30 kali. Standar deviasi atau simpangan baku merupakan akar dari perbandingan kumulatif kuadrat pengurangan masing-masing error yang dihasilkan pada tiap-tiap pengujian dan error rata-rata dengan banyaknya data yang dilakukan pada saat pengujian. Standar deviasi digunakan untuk mencari simpangan baku dan error hasil pengujian, sehingga dapat diketahui dengan jelas dan dapat menarik kesimpulan mengenai simpangan yang dihasilkan dari error-error tersebut. Dari hasil pengujian dan perhitungan standar deviasi terlihat bahwa standar deviasi untuk error pada kedua posisi masih signifikan/terlihat berarti, dimana pada posisi 1 (positif) standar deviasi errornya sebesar $0,92^\circ$ dan pada posisi 2 (negatif) standar deviasi errornya sebesar $1,43^\circ$, sehingga dari standar deviasi error tersebut dapat disimpulkan bahwa gerakan robot lengan yang dibuat sudah tercapai dengan baik, hanya saja posisinya belum akurat (Nugraha, 2011)

4. KESIMPULAN

Dari analisa dan hasil pengujian pengendalian sistem kontrol robot lengan menggunakan Fuzzy Logic Controller (FLC) dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Robot lengan merupakan robot pemindah barang yang memiliki lima derajat kebebasan dengan menggunakan sistem point-to-point programming.
- Kontrol FLC memberikan hasil pengendalian atau respon sistem yang lebih baik pada sistem kontrol robot lengan.
- Dari hasil pengujian secara keseluruhan terlihat bahwa standar deviasi atau simpangan baku untuk error masih signifikan/terlihat berarti. Hal ini dapat disimpulkan bahwa gerakan yang diinginkan pada robot lengan sudah tercapai dengan baik, hanya saja posisinya belum akurat.

REFERENCES

- Aryza, S. (2018). *ENHANCEMENT CONTROL ROBOT PRODUCTION FOOD BASED ON MODULAR AUTOMATION PROGRAMMABLE SYSTEM (MAPS)*.
- Fu, K. S. (1987). *ROBOTICS: Control, Sensing, Vision, and Intelligence*, McGraw-Hill Book. Singapore.
- Hanafi, M. (2011). *PENERAPAN FUZZY LOGIC CONTROLLER UNTUK MEMPERTAHANKAN KESTABILAN SISTEM KONTROL DENGAN DEADTIME*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

- McDonald, A. C. (1986). *Robot Technology: Theory, Design, and Application*. USA: Prentice-Hall.
- Nugraha, D. W. (2011). *Pengendalian Robot Yang Memiliki lima Derajat Kebebasan*. Indonesia.
- Pitowarno, E. (1987). *Mikroprosesor & Interface I*. Surabaya: PT. Garuda Indonesia & Politeknik Elektronika Surabaya ITS.
- Siswaja, H. D. (2008). *Prinsip Kerja dan Klasifikasi Robot*. Bandung.
- Yan, J. R. (1994). *Using Fuzzy Logic*. Prentice Hall.