



## IMPLEMENTASI FUZZY LOGIC CONTROLLER PADA ROBOT LINE FOLLOWER

**Supriadi, Ansar Rizal**

Prodi Teknik Komputer, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Samarinda

Email : [supriadi.polnes@gmail.com](mailto:supriadi.polnes@gmail.com), [anrisal@yahoo.com](mailto:anrisal@yahoo.com)

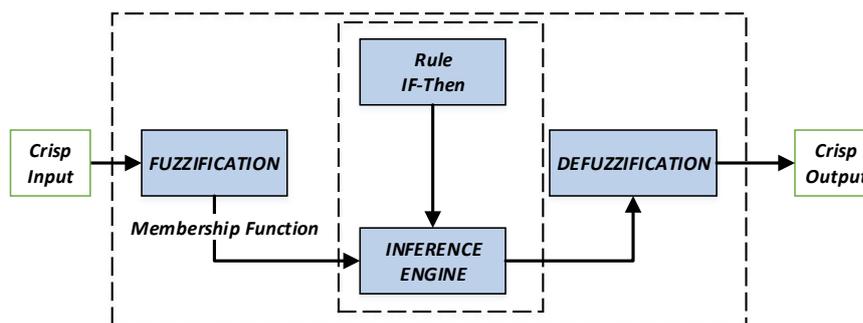
### *Abstrak*

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplentasikan Fuzzy Logic Controller (FLC) pada Line Follower Robot (LFR). Dalam perancangan FLC, pengetahuan yang diperoleh dari perbedaan posisi sensor garis saat sekarang dan saat sebelumnya dijadikan dasar untuk membangun rule base. Output FLC adalah nilai deviasi berupa Pulse Width Modulation(PWM) untuk menentukan kecepatan putar roda kiri dengan roda kanan. Perubahan posisi sensor garis digunakan untuk menentukan deviasi kecepatan roda kiri dengan roda kanan. Posisi sensor garis sebelumnya dan sekarang sebagai variabel input Fuzzy Inference System (FIS), dan sebuah variabel output FIS sebagai nilai deviasi kecepatan antara roda kiri dengan roda kanan. Setelah FLC berhasil dibuat kemudian ditenamkan pada LFR. Pada penelitian ini menggunakan Triangular MF, dimana pada setiap variabel input dan variabel outputnya terdiri dari tiga buah MF. FIS yang digunakan adalah mamdani, dengan menggunakan sembilan rule. Setelah FLC ditanamkan pada LFR, pergerakan robot telah berhasil mengikuti lintasan garis hitam dengan settling-time rata-rata adalah 1.633 detik.*

*Kata kunci : Fuzzy Logic Controller, Line Follower Robot, mamdani.*

### 1. PENDAHULUAN

*LFR* adalah sistem elektronik yang dapat mendeteksi dan mengikuti gambar lintasan pada lantai. Pada umumnya, lintasan adalah sebuah lintasan yang telah ditentukan sebelumnya berupa garis warna hitam pada permukaan warna putih dengan nilai perbedaan yang mencolok (Jain *et al*, 2014; Pakdaman *et al*, 2010). *LFR* salah satu robot yang banyak dikembangkan dan diimplementasikan. Salah satunya untuk keperluan rumah sakit (Jain *et al*, 2014), restoran (Sure dan Patil, 2014), dan peralatan rumah tangga (atau *household devices* (Sure and Patil, 2014)). *LFR* memerlukan cara tertentu agar dapat bergerak mengikuti garis. Beberapa kendali yang digunakan *LFR* antara lain, *bang-bang control*, metode *PID* (Pradesh dan Pradesh, 2015), atau metode pendekatan kecerdasan (Ismail *et al*, 2016). Salah satu kendali *LFR* yang berbasis metode pendekatan kecerdasan yang sering digunakan adalah *FLC*(Ismail *et al*, 2016)(Sharma *et al.*, 2014). Penelitian sebelumnya memotifasi penelitian ini untuk mengetahui unjuk kerja *FLC* setelah di-embed pada *LFR*.



Gambar 1. Diagram Blok FLC dasar (Soparkar, 2015)

Diagram blok *FLC* ditunjukkan pada Gambar 1. *FLC* dibentuk oleh empat elemen berikut ini:

1. Sebuah *rule-base* (terdiri dari kumpulan *IF-THEN rules*), yang terdiri dari hitungan logika *fuzzy* dari diskripsi linguistik seorang ahli untuk mencapai kendali pengendalian yang bagus.
2. Sebuah mekanisme inferensi (disebut dengan modul “*inference engine*” atau “*fuzzy inference*”), yang setara dengan pengambilan keputusan seorang ahli dalam menginterpretasikan dan menerapkan pengetahuan tentang cara terbaik mengendalikan *plant*.
3. Sebuah antarmuka fuzzifikasi, yang bertugas mengubah masukan-masukan kendali menjadi informasi bagi mekanisme inferensi dapat dengan mudah menggunakan untuk mengaktifasi dan menerapkan aturan-aturan (*rules*).
4. Sebuah antarmuka defuzzifikasi, yang mengubah kesimpulan-kesimpulan hasil mekanisme inferensi menjadi masukan aktual bagi proses.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad (1)$$

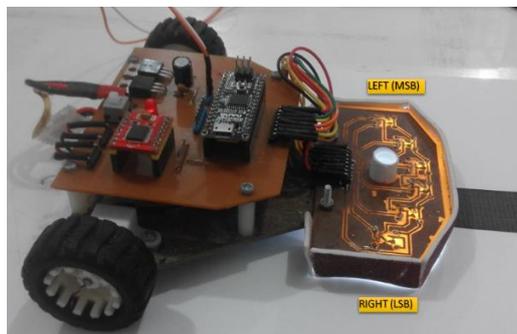
Teknik yang sudah terkenal dan biasa digunakan untuk proses defuzzifikasi adalah metode *Centroid* atau biasa disebut metode *center of gravity* atau *center of area*. Metode centroid memotong luasan menjadi bagian terkecil dan kemudian dilakukan operasi penggabungan untuk mendapatkan nilai keluaran (Soparkar, 2015), seperti ditunjukkan pada persamaan 1. Dimana  $n$  menyatakan banyaknya elemen-elemen sampling,  $x_i$  adalah elemen yang berpasangan dengan  $\mu(x_i)$  yaitu nilai *MF*.

## 2. DETAIL EKSPERIMEN

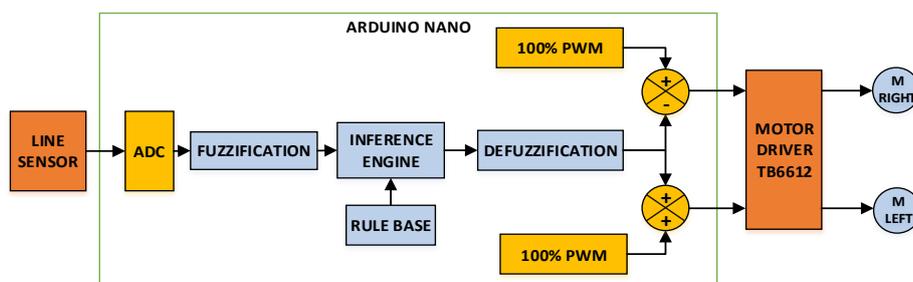
Pada percobaan ini bentuk fisik robot ditunjukkan pada Gambar 2. Blok diagram *LFR* tampak pada Gambar 3 yang terdiri dari tiga bagian *hardware* utama antara lain, *sensor garis*, *Arduino nano*, dan *motor driver*. *Sensor garis* terdiri dari 6 larik sensor dengan jarak antar sensor adalah 2 cm, setiap sensor terhubung pada sebuah kanal *Analog to Digital Converter (ADC)* yang selanjutnya masuk pada bagian fuzzifikasi. Pada bagian ini, nilai *crisp* dari pembacaan sensor garis memiliki semesta pembicaraan (atau biasa disebut *universe of discourse* yang disingkat *UOD*) ditentukan dari 0 hingga 10. Pada saat pertama kali *LFR* bergerak tepatnya pada saat sampling pertama, variabel *oldposition* diberi nilai 0 terlebih dahulu. Sedangkan hasil pembacaan sensor garis disimpan pada variabel *newposition*. Pada saat sampling berikutnya nilai *newposition* dipindahkan ke variabel *oldposition*. Kemudian hasil pembacaan sensor garis disimpan pada variabel *newposition*, demikian seterusnya. Kedua variabel input yaitu *oldposition* dan *newposition* terdiri

dari tiga linguistic variable, yaitu: *left*, *straight*, dan *right*. Demikian pula dengan variabel output *deviation* memiliki tiga linguistik variabel, yaitu: *negative*, *zero*, *positive*.

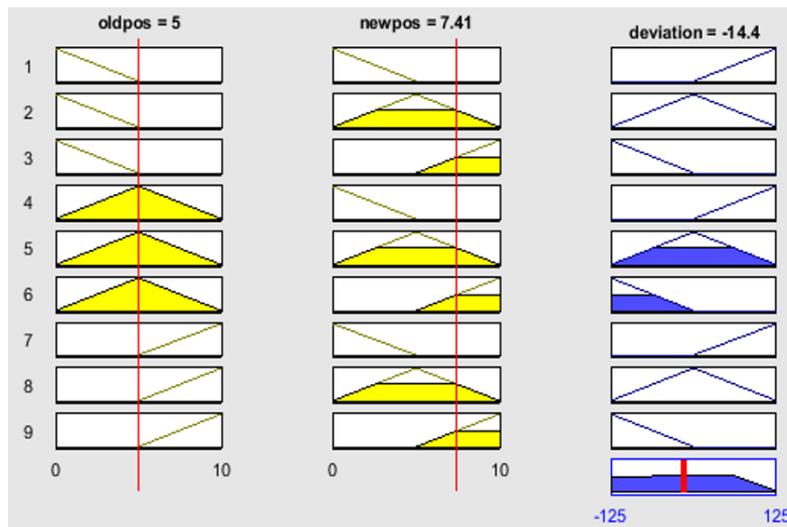
Perubahan kedua variabel input ini dijadikan dasar untuk membangun *IF-THEN rule* yang tampak pada Gambar 4. Pada bagian variabel output yaitu *deviation* memiliki *UOD* -125 hingga +125. Nilai *deviation* digunakan untuk mengurangi nilai *Pulse Width Modulation (PWM)* untuk motor kanan, dan untuk menambah nilai *PWM* untuk motor kiri. Pada percobaan ini, nilai *PWM* 100% = 255. Hasil agregasi semua *rule* yang tampak pada Gambar 4. menuju proses defuzzifikasi menggunakan metode *centroid*. Proses berikutnya adalah, defuzzifikasi yang kemudian hasil komputasinya disimpan pada variabel *deviation*. Lintasan (atau biasa disebut *path*) untuk pengujian *LFR* adalah berupa lintasan lurus, dengan panjang lintasan 120 cm dengan garis berwarna hitam dengan tebal 2.5 cm, dan warna dasar permukaan adalah putih. Metode untuk mendapatkan data atau cara mengakuisisi bacaan sensor garis terhadap waktu adalah dengan cara, setiap 100 ms data sensor garis dikirimkan melalui komunikasi serial dari board *LFR* menuju laptop. Data hasil akuisisi sensor garis kemudian diolah menggunakan Microsoft exel yang tampak pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10. Pada percobaan ini jumlah data yang diambil adalah sebanyak 30 data dengan waktu sampling 100 milidetik.



Gambar 2 Line Follower Robot



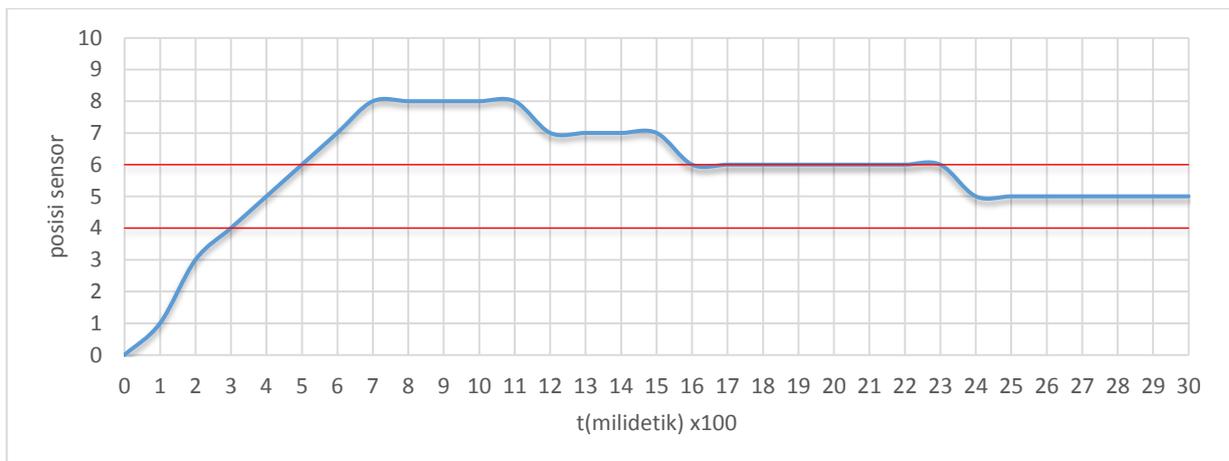
Gambar 3 Diagram blok Line follower Robot



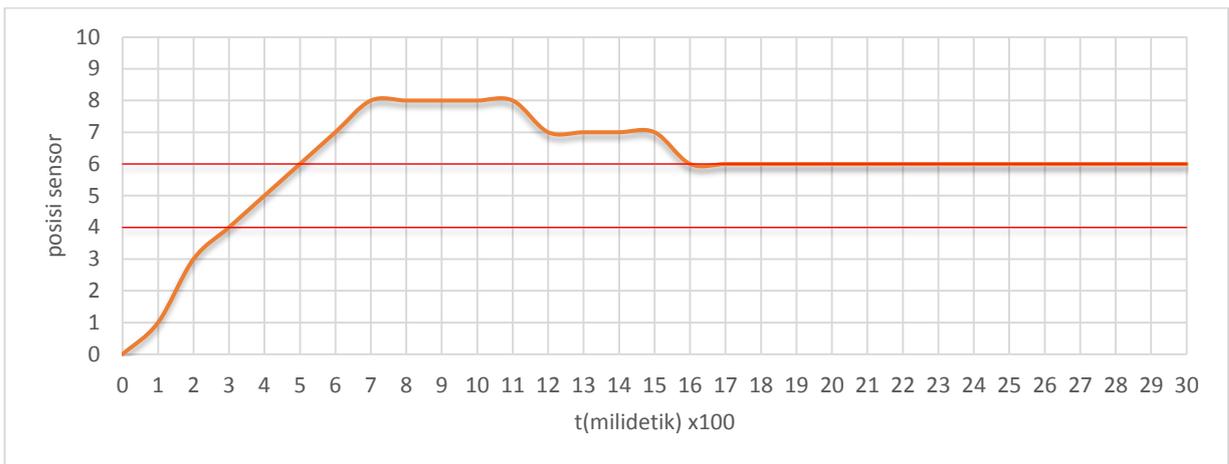
Gambar 4 Tampilan IF-THEN rule Fuzzy Logic Controller

### 3. HASIL DAN DISKUSI

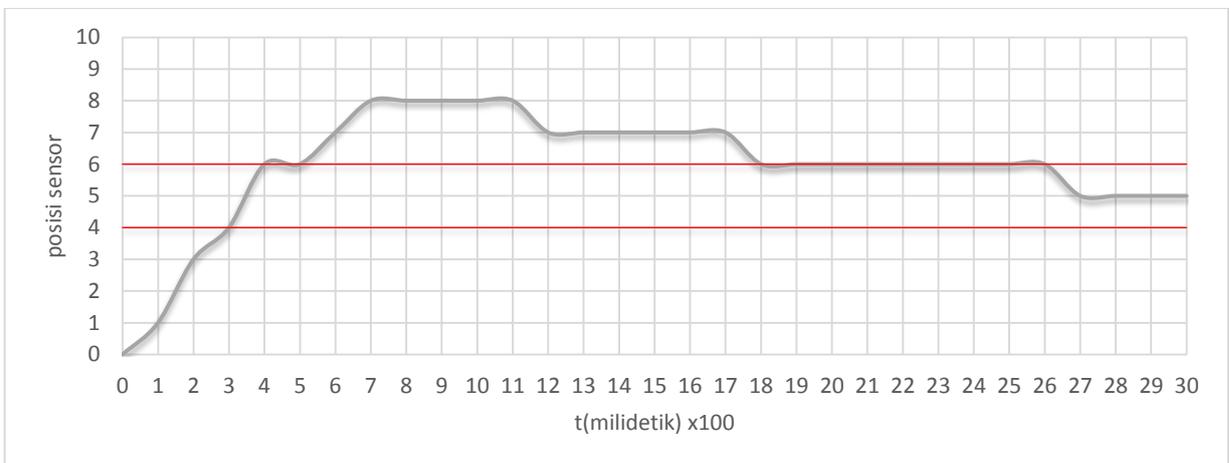
Gambar 5 hingga Gambar 10 adalah kurva-kurva posisi sensor garis terhadap waktu dengan pita toleransi (atau *Tolerant-band*) adalah sebesar referensi $\pm 1$ . Dimana, nilai referensi adalah 5 dari *UOD* himpunan *Fuzzy* dari 0 hingga 10. Dimana, nilai 5 ini menyatakan posisi lintasan berada ditengah dan sejajar hadap robot. Pengujian dilakukan sebanyak 6 kali untuk melihat unjuk kerja *LFR* terutama mengetahui nilai rata-rata *settling-time*. Pada saat start, posisi *LFR* sejajar terhadap line, dan posisi sensor garis yaitu *Least Significant Bit (LSB)* berada tepat diatas garis lintasan, sehingga tampak pada gambar nilai awal berada di (0,0). *IF-THEN rule* yang tampak pada Gambar 4., pada dua variabel input nilai linguistik secara berurut masing-masing memiliki *UODleft* (0 hingga 5), *straight* (0 hingga 10), dan *right* (5 hingga 10), sedangkan pada variabel ouput nilai linguistik secara berurut masing-masing memiliki *UODnegative* (-125 hingga 0), *zero* (-125 hingga +125), dan *positive* (0 hingga +125). Nilai-nilai *settling-time* hasil pengujian secara berurut (1600ms, 1600ms, 1800ms, 1600ms, 1700ms, 1500ms), sehingga didapatkan *settling-time* rata-rata 1.633 detik. Jika diamati dengan menggunakan pita toleransi, yang nilainya  $5\pm 1$  dapat diketahui bahwa *LFR* mampu bergerak mengikuti garis lintasan.



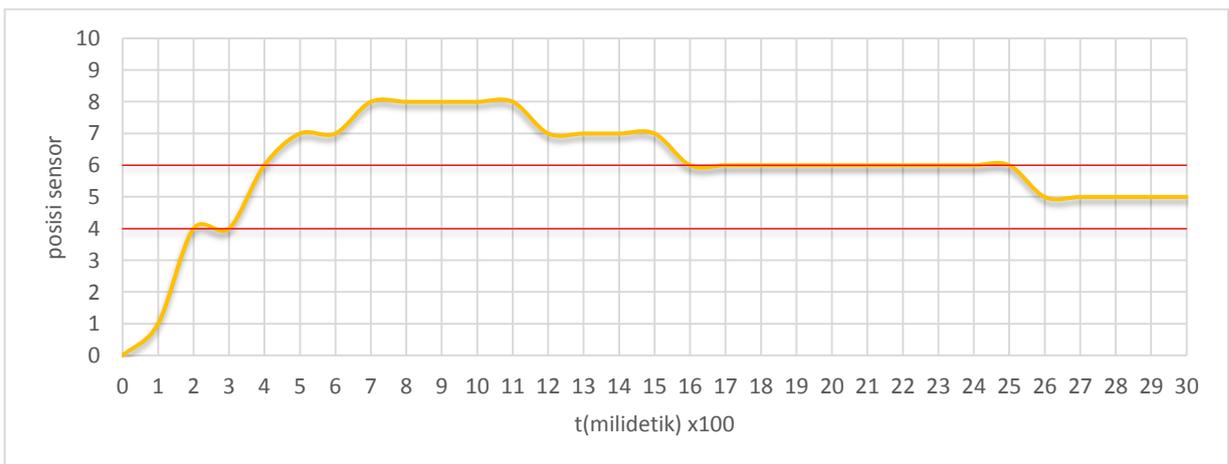
Gambar 5 Unjuk kerja LFR pengujian pertama



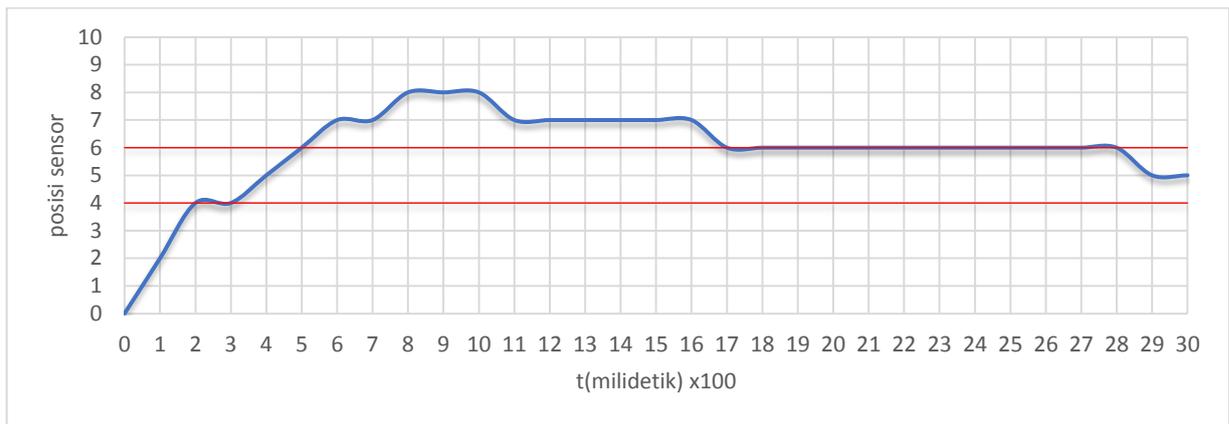
Gambar 6 Unjuk kerja LFR pengujian kedua



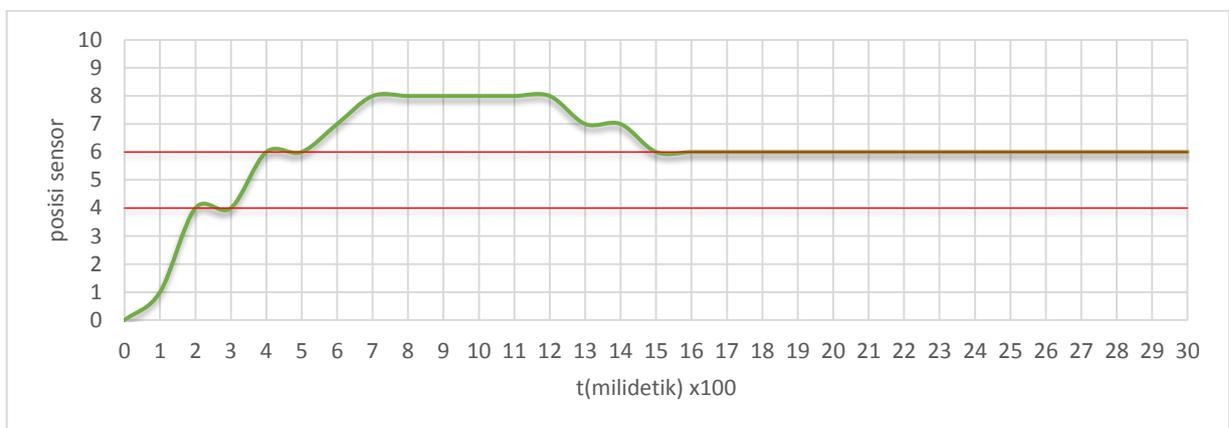
Gambar 7 Unjuk kerja LFR pengujian ketiga



Gambar 8 Unjuk kerja LFR pengujian keempat



Gambar 9 Unjuk kerja LFR pengujian kelima



Gambar 10 Unjuk kerja LFR pengujian keenam

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan diketahui bahwa, nilai *settling-time* rata-rata *LFR* adalah 1.633 detik, dan dengan menggunakan pita toleransi, yang nilainya  $5 \pm 1$  dapat diketahui bahwa *LFR* mampu bergerak mengikuti garis lintasan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ismail, A. H., Zaman, A. M. A. and Terashima, K. (2016) 'FUZZY LOGIC APPROACH FOR LINE FOLLOWING MOBILE ROBOT USING AN ARRAY OF DIGITAL SENSORS', 5(July), pp. 108–115.
- Jain, T., Sharma, R. and Chauhan, S. (2014) 'Applications of Line Follower Robot in Medical Field', *International Journal of Research*, 1(11), pp. 409–412.
- Pakdaman, M., Sanaatiyan, M. M. and Ghahroudi, M. R. (2010) 'A line follower robot from design to implementation: Technical issues and problems', *2010 The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE)*, 1(March), pp. 5–9. doi: 10.1109/ICCAE.2010.5451881.
- Pradesh, A. and Pradesh, A. (2015) 'Controlling of Nonlinear System By Using Fuzzy Logic Controller', pp. 648–656.
- Soparkar, M. B. (2015) 'Defuzzification in a Fuzzy Logic Controller: Automatic Washing Machine', *International Journal of Computer Applications*, (Icct), pp. 975–8887.
- Sure, R. K. and Patil, S. (2014) 'Android Based Autonomous Coloured Line Follower Robot', pp. 368–373.
- Sharma, K. D. *et al.* (2014) 'Advanced Controllers Using Fuzzy Logic Controller ( FLC ) for Performance Improvement', 5(6), pp. 1452–1458.