

PENGONTROLAN ROBOT PENJELAJAH RUANGAN YANG MENGUNAKAN *RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION* DENGAN METODE LOGIKA *FUZZY*

Joni Fat

Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Joni_fat@yahoo.com

Abstrak

Penelitian dengan mengaplikasikan logika fuzzy dalam mengontrol robot penjelajah ini masih sangat awal. Ini diharapkan dapat menjadi cikal bakal untuk penelitian robot cerdas berikutnya, bahkan mengarah kepada autonomous mobile robot.

Aplikasi logika fuzzy dalam penelitian ini memiliki tujuan utama untuk mengurangi persentase kesalahan yang diakibatkan oleh pembacaan sensor, sehingga pergerakan robot dalam menjelajah ruangan dapat menjadi lebih baik. Penelitian ini juga berusaha mengintegrasikan RFID dalam sistem robot penjelajah sehingga sistem mampu mencapai tujuan atau objek yang diharapkan.

Kata kunci : autonomous, fuzzy, mobile, rfid, robot

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robot sangat pesat pada tahun-tahun belakangan ini. Ini terlihat dari banyaknya riset dan produk robot baru yang dihasilkan baik oleh kalangan akademis, pemerintah mau pun industri. Contoh robot tersebut antara lain: NEXI yang dibuat oleh Institut Teknologi Massachusetts (MIT), ASIMO yang dikeluarkan oleh Honda, AXEL robot penjelajah yang dikembangkan oleh Badan Penerbangan dan Antariksa Amerika Serikat (NASA), dan sebagainya.

Para peneliti dan periset utamanya memiliki ketertarikan untuk menciptakan robot yang cerdas. Ini dapat dilihat dari banyaknya penelitian robot yang dilakukan pada bidang teknik, ilmu komputer, biologi, pertambangan, dan juga bidang-bidang lainnya. Hal ini disebabkan banyaknya kemungkinan aplikasi dengan memanfaatkan robot penjelajah (Ibrahimand et al., 2004).

Robot penjelajah biasanya dilengkapi dengan berbagai jenis sensor seperti *closed-circuit television* (CCTV), pengindera jarak yang berupa sonar mau pun laser. Tetapi, menurut Milella et al., 2008 diketahui bahwa ternyata robot penjelajah yang memanfaatkan CCTV tidak efisien, mahal dan juga tidak mudah untuk dirancang. Oleh karenanya, dengan perkembangan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) yang memungkinkan pengindentifikasian objek, membuat teknologi ini banyak dimanfaatkan.

Selain itu, robot penjelajah juga harus cerdas, yang membuatnya mampu mengambil keputusan dalam membantu mencapai tujuannya. Ini berarti robot penjelajah mampu meniru kemampuan manusia dalam mengambil keputusan yang tanpa banyak melakukan perhitungan secara eksplisit. Untuk meniru kemampuan ini, teori dalam metode logika *fuzzy* memungkinkan robot untuk mengadaptasi pengalaman manusia tersebut dan mengubahnya menjadi model analitik (Seraji et al., 2002).

II. STUDI PUSTAKA

Aplikasi metode logika *fuzzy* dalam bidang robotika sangat berkembang akhir-akhir ini. Perkembangan ini tercermin dari banyaknya jurnal yang membahas tentang aplikasi tersebut.

Tahun 1990, Levitt dan Lawton menerapkan metode logika *fuzzy* pada robot penjelajah untuk menghasilkan prosedur navigasi yang lebih teliti. Di samping pemertanian metode logika *fuzzy*, untuk meminimalkan faktor kesalahan dari pembacaan sensor juga ada metode lain, seperti metode *data fusion* yang digunakan oleh T. Xu (T. Xu et al., 2007). Pada tahun 2007, mereka melakukan perancangan robot penjelajah tanpa awak yang melakukan navigasi berdasarkan data dari *multi sensor*.

Keefektifan metode logika *fuzzy* dalam menangani ketidakpastian juga dibuktikan oleh Li (Li et al., 1994) melalui perancangan robot penjelajah yang mampu bernavigasi dalam lingkungan yang tidak terpolakan. Penelitian aplikasi metode logika *fuzzy* dalam navigasi robot *autonomous* juga dilakukan oleh Saffioti (Saffioti, 1997). Walau pun, robot *autonomous* yang dirancang Saffioti tidak sepenuhnya memenuhi kaidah robot *autonomous*. Menurut Parhi dan Singh (Parhi et al., 2008), robot *autonomous* yang sebenarnya memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Mampu memperoleh informasi tentang lingkungan.
2. Mampu menjelajah dari satu titik ke titik lainnya tanpa bantuan manusia.
3. Menghindari tindakan yang dapat merugikan manusia, benda-benda lain dan dirinya sendiri.
4. Mampu memperbaiki dirinya sendiri tanpa bantuan dari luar.
5. Mampu belajar tanpa bantuan dari luar.
6. Melakukan adaptasi strategi berdasarkan kondisi yang ada.
7. Melakukan adaptasi terhadap lingkungan tanpa bantuan dari luar.

Metode logika *fuzzy* juga dimanfaatkan untuk merancang robot yang mampu melakukan penjelajahan daratan yang tidak rata di luar ruangan. Penelitian ini dilakukan oleh Seraji dan Howard di tahun 2002. Das dan Kar, 2006 melakukan penelitian tentang implementasi metode logika *fuzzy* dalam perancangan robot beroda.

Parhi dan Singh melakukan penelitian aplikasi teknik antar-muka logika *fuzzy* untuk mengontrol robot penjelajah *autonomous*. Hasil penelitian dilaporkan pada tahun 2008. Perancangan Parhi dan Singh memiliki kemampuan menghindari rintangan, menelusuri rintangan, dan mencari target. Sistem logika *fuzzy* yang digunakan oleh Parhi dan Singh memiliki enam variabel *input* dan dua variabel *output*. Tiga variabel *input* digunakan untuk mendefinisikan jarak rintangan, masing-masing pada sisi kiri, kanan, dan depan. Variabel *input* lainnya digunakan untuk mendefinisikan arah pergerakan robot. Dua variabel *output* digunakan untuk mendefinisikan kecepatan pergerakan robot, masing-masing untuk roda kiri dan kanan. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah *triangular* atau *trapezoidal*. Metode defuzzifikasi yang digunakan oleh Parhi dan Singh adalah *centroid*. Hasil penelitian mereka menyimpulkan bahwa pengontrol logika *fuzzy* yang dirancang mampu menghindari dari rintangan baik yang statis mau pun yang dinamis.

Aplikasi teknologi RFID dalam bidang robotika terutama adalah untuk pemetaan posisi dan pemetaan. Hal ini terlihat dari berbagai macam penelitian yang telah dilakukan. Tahun 1997, Kubitz menggunakan RFID dalam simulasi posisi untuk navigasi robot penjelajah. Menurut Kulyukin (Kulyukin et al., 2004) menggunakan sistem robot yang berbasis RFID untuk melakukan penjelajahan dalam ruangan atau *indoor*. *Tags* RFID diletakkan pada berbagai posisi dalam ruangan, kemudian robot akan bergerak hingga menjumpai *tags* pasif tersebut.¹⁵ Kebanyakan penelitian RFID yang dilakukan dengan mengasumsikan posisi RFID yang telah tertentu. Jadi, robot hanya bergerak untuk mencari RFID tersebut. Pada penelitian Hähnel (Hähnel et al., 2004), mereka mencoba untuk menempatkan posisi *tags* tidak pada posisi yang spesifik terhadap *reader* yang ada pada robot. *Tags* diletakkan secara relatif. Pendeteksian kemudian dilakukan sesuai dengan metode *Bayesian*. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Alippi (Alippi et al., 2006). Mereka membangun algoritma pencarian posisi *tags*. Mereka menggunakan beberapa metode

Berdasarkan hasil pembacaan beberapa *readers* tersebut, para peneliti tersebut menggunakan algoritma guna menyimpulkan posisi *tags* yang sebenarnya.

Pada penelitian ini, posisi RFID *tags* pasif yang digunakan adalah pada posisi yang telah ditentukan sejajar dengan *readers*. RFID *tags* digunakan sebagai penentu lokasi bagi robot penjelajah. Dengan identifikasi ini, robot mampu melakukan navigasi untuk mengetahui posisinya sendiri mau pun menuju target yang diinginkan. Posisi RFID *tags* yang tertentu ini dimungkinkan karena dalam lingkungan *indoor*, *tags* berpeluang untuk diletakkan sedemikian rupa sehingga dapat selalu terjangkau oleh *readers* pada robot.

Perangkat lunak pengontrol robot penjelajah akan memanfaatkan parameter dan variabel yang dihasilkan oleh Parhi dan Singh. Jadi dalam penelitian ini, faktor eksperimental untuk menentukan nilai parameter yang sesuai untuk metode logika *fuzzy* telah memiliki panduan dari hasil penelitian terdahulu. Nilai parameter dan model yang diterapkan akan dilakukan beberapa penyesuaian. Sesuai dengan kriteria robot *autonomous*, maka robot penjelajah yang dirancang memenuhi beberapa kriteria sebagai robot *autonomous*, yaitu kriteria nomor 1, 2, 3, 6, dan 7. Robot ini belum mampu melakukan perbaikan terhadap dirinya sendiri mau pun melakukan pembelajaran secara dinamis.

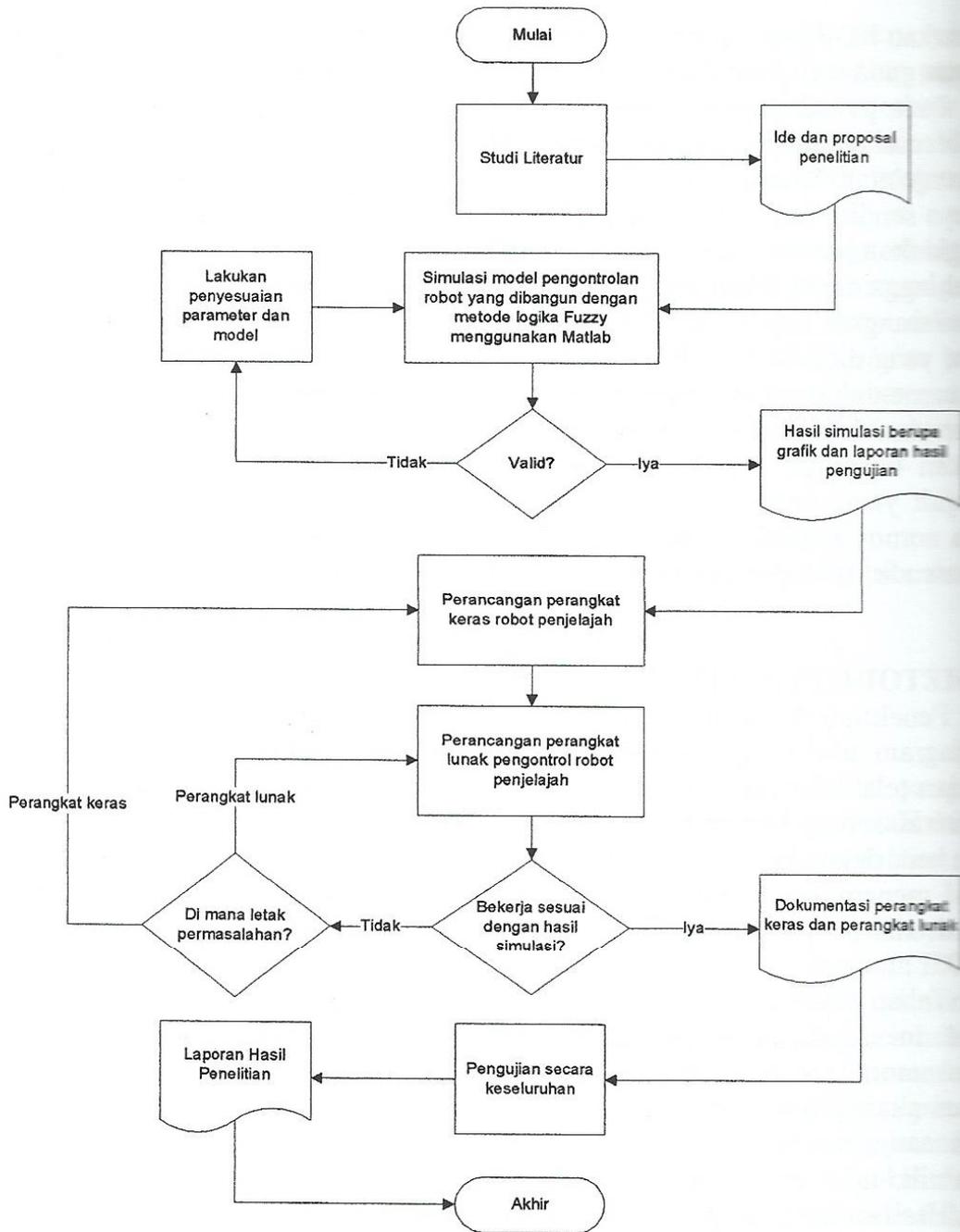
III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahap. Rinciannya dapat diperhatikan dari diagram alir yang ditampilkan pada Gambar 1. Gambar 1 memperlihatkan bahwa penelitian telah dimulai dengan baik. Ini ditandai dengan dihasilkannya ide penelitian dan studi literatur yang komprehensif. Hasil tahap pertama tersebut juga telah didokumentasikan dengan baik dalam bentuk proposal penelitian. Melalui studi literatur, penelitian ini juga telah berhasil menemukan model yang dapat dijadikan acuan. Model yang dimaksudkan di sini adalah model metode logika *fuzzy* yang dihasilkan dari penelitian Parhi dan Singh (*Parhi et al., 2008*).

Tahap selanjutnya, penelitian akan diarahkan pada simulasi model Parhi dan Singh tersebut. Ini dilakukan karena ada beberapa parameter dan variabel yang diubah, sehingga validitas model perlu divalidasi sebelum diterapkan dalam rancangan yang sebenarnya. Simulasi akan dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak yang mendukung pelaksanaan simulasi metode logika *fuzzy*, yaitu Matlab versi 7.0. Hasil simulasi adalah berupa nilai-nilai pengujian dan juga grafik yang akan memperlihatkan tingkat kestabilan model. Hasil simulasi ini juga akan didokumentasikan dalam bentuk laporan.

Setelah proses simulasi selesai dilakukan, penelitian akan dilanjutkan dengan melakukan perancangan perangkat keras yang secara simultan dilakukan dengan perancangan perangkat lunak. Perangkat keras yang dirancang adalah berupa kerangka robot, modul pengontrol, modul penggerak, berbagai jenis modul sensor, modul RFID dan pola penempatannya. Perangkat lunak yang dirancang secara prinsip serupa dengan simulasi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Kedua perancangan ini akan dilakukan dengan metode *trial and error* terutama pada tahap penempatan sensor dan RFID. Kedua jenis modul tersebut perlu ditempatkan sedemikian rupa sehingga membantu dalam navigasi *indoor*.

Apa bila perancangan telah sesuai, ini ditandai dengan kesesuaian dengan hasil simulasi, maka akan dilakukan pengujian secara keseluruhan untuk memperoleh data mengenaiunjuk kerja robot penjelajah dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Penelitian ini dikatakan berhasil apa bila robot mampu melakukan navigasi guna menuju target yang diharapkan dalam berbagai lingkungan *indoor* yang berbeda.



Gambar 1. Diagram Alir Tahap Pelaksanaan Penelitian

IV. KESIMPULAN

Makalah ini merupakan penelitian pendahuluan. Ada pun kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Metode logika *fuzzy* dimanfaatkan untuk meminimalkan faktor kesalahan akibat penginderaan lingkungan luar oleh sensor. Dengan adanya minimalisasi ini, maka navigasi yang dilakukan oleh robot akan menjadi lebih presisi.
2. RFID dimanfaatkan sebagai *tag* untuk menandai lokasi, sehingga robot dapat melakukan navigasi secara otomatis tanpa banyak intervensi dari *user*. Ini tentunya akan membantu robot dalam melakukan navigasi dalam lingkungan *indoor*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Benson, E. R., Reid, J. F., Zhang, Q. and Pinto, F. A. C. *An Adaptive Fuzzy Crop Edge Detection Method for Machine Vision*. ASEA Meeting. Paper No. 001019. 2000.
- Hähnel, D., Burgard, W., Fox, D., Fishkin, K. and Philipose, M. *Mapping and Localization with RFID Technology*. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation. 2004.
- Hanmandlu, M., Mohd. Yusof, M. H., and Madasu, V. K. *Fuzzy Based Approach to The Recognition of Multi-Font Numerals*. The University of Queensland.
- Ibrahimand, M. Y. and Fernandes, A. *Study on Mobile Robot Navigation Technigues*. IEEE International Conference on Industrial Technology (IEEE ICIT-04). Tunisia. 2004. vol. 1.
- Kulyukin, V., Gharpure, C., Nicholson, J. and Pavithran, S. *RFID in Robot-Assisted Indoor Navigation for The Visual Impaired*. IEEE/RSF International Conference on Intelligent Robots and Systems. 2004.
- Levitt, T. S. and Lawton, D. T. *Qualitative Navigation for Mobile Robots*. Artificial Intelligent. 1990.
- Li, W. and Xun, F. *Behaviour Fusion for Robot Navigation in Uncertain Environments Using Fuzzy Logic*. Syst. Man Cybern. 1994.
- Milella, A., Cicirelli, G., and Distante, A. *RFID-Assisted Mobile Robot System for Mapping and Surveillance of Indoor Environments*. Industrial Robot: An International Journal. Emerald. 2008.
- Parhi, D. R. and Singh, M. K. *Intelligent Fuzzy Interface Technique for The Control of An Autonomous Mobile Robot*. Proc. ImechE Vol. 222 Part C: J. Mechanical Engineering Science. 2008.
- Saffioti, A. *The Uses of Fuzzy Logic in Autonomous Robot Navigation*. Soft Comput. 1997.
- Seraji, H. and Howard, A. *Behaviour-Based Robot Navigation on Challenging Terrain: A Fuzzy Logic Approach*. IEEE. Trans., Robot. Autom. 2002.
- Stefano, B. D., Fuks, H., and Lawniczak, A. T. *Application of Fuzzy Logic in CA/LGCA Models As A Way of Dealing With Imprecise and Vague Data*. IEEE. 2000.
- Tsukiyama, T. *World Map Based on RFID Tags for Indoor Mobile Robots*. Proceedings of the SPIE. 2005.
- Xu, T., Sutton, R., and Sharma, S. *A Multi-Sensor Data Fusion Navigation System for An Unmanned Surface Vehicle*. Proc. ImechE Vol. 221 Part M: J. Engineering for the Maritime Environment. 2007.