

Optimisasi *Mobile Robot* Pendeteksi Sumber Gas Menggunakan Metode *Hybrid*

Husnawati¹, Gita Fadila F.²

Magister Teknik Informatika
Fakultas Ilmu Komputer,

Universitas Sriwijaya Palembang, Indonesia
{uthy.51291,gitafadila}@gmail.com

Siti Nurmaini³

Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya Palembang, Indonesia
sitinurmaini@gmail.com

Abstrak—Mendeteksi kebocoran gas sejak awal dengan menggunakan *mobile robot* berguna agar kebocoran gas tersebut dapat segera ditanggulangi. Sebuah navigasi yang baik diperlukan dari *mobile robot* untuk membentuk sebuah sistem yang handal. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai ulasan dari beberapa metode yang pernah digunakan pada navigasi penciuman *mobile robot* dalam melokalisasi sumber kebocoran gas. Seperti dengan melakukan pemetaan pada jalur robot, atau menggunakan metode logika fuzzy yang berfungsi sebagai pengendali yang kemudian dikombinasikan dengan metode PSO (*Particle Swarm Optimization*) sebagai optimisasi *mobile robot* dalam menemukan target, sehingga pada hasil akhir dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode – metode yang akan digunakan pada *mobile robot* dalam melokalisasi mampu mendeteksi sumber kebocoran dan mendekati sumber gas dengan baik, serta *mobile robot* juga dapat menghindari halangan – halangan yang berkemungkinan muncul di sepanjang jalur lintasan.

Kata kunci—*Mobile Robot*, Logika Fuzzy, Sistem Navigasi, Optimisasi.

I. PENDAHULUAN

Penyebaran gas berbahaya berdampak buruk bagi manusia, oleh sebab itu perlu dilakukan lokalisasi untuk mengetahui keberadaan sumber gas berbahaya tersebut. Pada umumnya gas dapat menyebar disebabkan karena adanya kebocoran. Insiden kebocoran gas dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi masyarakat, baik cedera maupun secara finansial [1], untuk menghindari situasi seperti itu, telah banyak dikembangkan teknik yang dapat mengalokasi kebocoran gas [2].

Lokalisasi sumber gas dapat dibagi menjadi 3 tugas : yang pertama adalah mencari partikel gas (*plume finding*), yang kedua mendeteksi adanya peningkatan konsentrasi pada partikel gas, kemudian mengikuti dan mendeklarasi partikel gas ke sumbernya (*plume traversal*), dan yang terakhir adalah mengkonfirmasi bahwa sumber gas telah ditemukan (*source*

declaration) [3][4].

Penelitian mengenai lokalisasi sumber gas dengan menggunakan *swarm robot* dilakukan oleh Hayes pada tahun 2002. Dalam penelitian tersebut, menyajikan investigasi lokalisasi gas oleh kelompok robot bergerak otonom menggunakan prinsip - prinsip *Swarm Intelligence* dengan algoritma *Surge Spiral* (SS) [5][6]. Pada penelitian tersebut algoritma didistribusikan oleh kelompok agen mana yang dapat menyelesaikan tugas lokalisasi secara lebih efisien dibandingkan dengan agen tunggal. Kemudian hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sekelompok robot di bawah kontrol sistem yang terdistribusi dapat sepenuhnya berhasil mengikuti jejak penyebaran gas.

Saat ini ada berbagai macam jenis robot yang dapat digunakan untuk mendeteksi gas pada benda dengan menentukan jenis gas, yaitu *mobile robot* [7], *olfactory robot* [8][9] robot berlengan dan beroda (6WD) [10], dan *hexapod robot* [11]. Di sisi lain terdapat robot otonom yang ditugaskan berdasarkan program yang tertanam atau arsitektur agen yang kompleks, robot ini umumnya lebih sulit dikembangkan akan tetapi mereka tidak menggunakan bantuan manusia [12].

Dalam sistem pengendalian robot itu sendiri banyak digunakan metode logika fuzzy [13][14]. Metode logika fuzzy digunakan untuk mengendalikan pergerakan robot [15]. Namun ada beberapa penelitian yang menggunakan metode logika fuzzy sebagai pembuat keputusan dalam mengklasifikasi dan mengidentifikasi kebocoran gas [16][17].

Untuk menentukan posisi robot dan mengatur perpindahan robot selama melokalisasi sumber gas maka digunakan metode PSO (*Particle Swarm Optimization*) [18][19]. Pada metode PSO agen yang lebih dahulu mengetahui posisi target akan memimpin dan membagikan informasi tersebut kepada agen lainnya, untuk pergerakannya sendiri agen akan menghindari satu sama lain agar tidak terjadi tabrakan, sehingga secara global metode PSO dapat meningkatkan kinerja pencarian

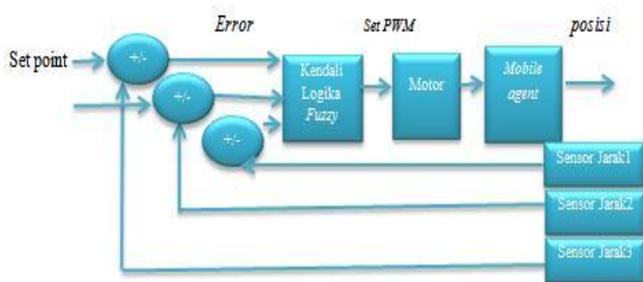
sumber [20].

Pada penelitian ini akan diimplementasikan metode logika *fuzzy* sebagai pengendali agen, metode kecerdasan *swarm* (PSO) dengan komunikasi data serial sebagai optimisasi jalannya agen menuju ke sumber gas atau target.

II. METODOLOGI

Pada penelitian ini objek yang dipilih yaitu mengenai perancangan *mobile robot* dengan metode *hybrid* yang dapat melokalisasi sumber kebocoran gas, dengan menggunakan 3 robot, masing – masing robot akan dipasang mikrontroler, komunikasi data serial dengan menggunakan *wireless*, sensor gas, dan sensor infra merah sebagai pengukur jarak. Dari jalur ketiga robot tersebut akan dipasang sebuah kamera untuk memantau pergerakan robot yang akan mengirimkan masing – masing koordinat pergerakan melalui komunikasi data serial.

Pada sistem perancangan *mobile robot*, masing – masing robot akan dikendalikan dengan program pengendali logika *fuzzy* yang ditanamkan pada mikrokontroler dan menggunakan motor DC dengan PWM sebagai penggerak robot. Optimisasi jalannya robot dengan program yang menggunakan metode PSO akan dipantau oleh sebuah kamera yang dipasangkan pada jalur lintasan, kemudian data koordinat pergerakan robot akan dikirimkan menggunakan *wireless* dengan perangkat *wireless X-BEE* yang menggunakan data serial, sehingga pergerakan robot dapat dimonitor agar tidak saling bertabrakan, dan dapat menentukan *leader* dalam melokalisasi sumber gas, sehingga robot lainnya akan mengikuti pergerakan *leader* diagram blok pengendalian *mobile robot* dengan menggunakan logika *fuzzy* dapat dilihat pada gbr 1.



Gbr 1. Diagram Blok Kendali Logika *Fuzzy* Terhadap *Mobile Robot*

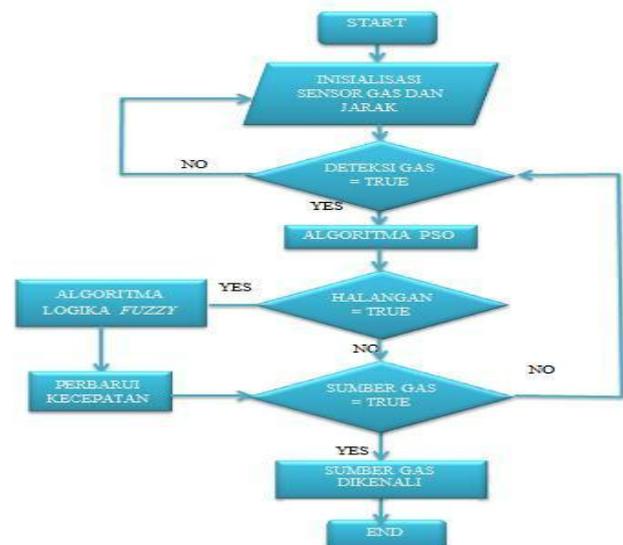
Pada gbr 2 data masukan untuk pengendalian sistem adalah nilai error dari sensor jarak terhadap benda. Nilai error diperoleh dari pengurangan set point dengan sensor jarak. Perlu diketahui bahwa data keluaran dari logika *fuzzy* adalah

aksi pergerakan dari actuator untuk menentukan posisi robot. Tahapan penyelesaian pada logika *fuzzy* terhadap sistem *mobile robot* meliputi 3 tahapan yaitu; fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi.

Metode PSO diimplementasikan dengan konsep GBEST (*Globally Oriented*) yaitu orientasi secara global. Pada program PSO yang diuji akan menghasilkan fungsi plot pada iterasi robot. Di dalam metode PSO yang diterapkan diberikan parameter pada tiap – tiap partikel dengan menentukan posisi (x_i) dan kecepatan awal (v_i) secara acak, evaluasi nilai *fitness* $f(x_i)$, kemudian mengatur nilai pbest $p_i = x_i$, dan mengidentifikasi nilai gbest (p_g). Untuk memperbarui posisi dan kecepatan pada partikel *swarm* maka digunakan persamaan 1.

$$v_i^{n+1} = \chi(v_i^n + \overbrace{c_1 \cdot \text{rand}().(p_i^n - x_i^n)}^{\text{individu}} + \overbrace{c_2 \cdot \text{rand}().(p_g^n - x_i^n)}^{\text{sosial}}) \quad (1)$$

Setelah melakukan perancangan algoritma *fuzzy* dan PSO, maka kedua algoritma tersebut akan digabungkan. *Algoritma logika fuzzy* digunakan sebagai penghindar halangan. Oleh karena itu metode *fuzzy* akan digunakan oleh robot sebagai navigasi. Metode PSO kemudian diproses oleh robot setelah metode *fuzzy*. Algoritma *fuzzy* – PSO akan dijelaskan menggunakan *flowchart* yang ditunjukkan pada gbr 2.



Gbr. 3. Flowchart Algoritma *Fuzzy-PSO*

Prosiding ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016

6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

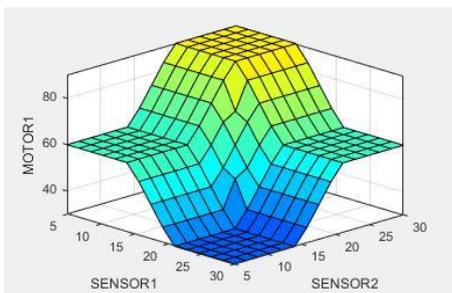
http://ars.ilkom.unsri.ac.id

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

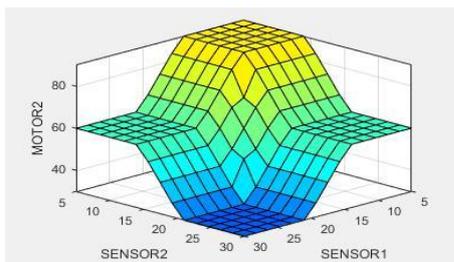
Pengujian sistem navigasi pada *mobile* robot dengan metode logika *fuzzy* ini akan diterapkan dengan menggunakan metode *fuzzy* tipe sugeno, penerapan algoritma *fuzzy* dengan tipe sugeno pada *software* yang digunakan yaitu dengan membandingkan hasil *surface* (keluaran) pada fuzzifikasi dengan menggunakan 2 variabel linguistik yang dapat dilihat pada tabel 1, sehingga perbandingan nilai *surface* (keluaran) yang dihasilkan dapat dilihat pada gbr. 4 dan gbr.5.

TABEL 1. FUZZIFIKASI DENGAN 2 VARIABEL LINGUISTIK

No	Sensor			Motor DC	
	1	2	3	1	2
1	Dekat	Dekat	Dekat	Lambat	Lambat
2	Dekat	Dekat	Jauh	Cepat	Lambat
3	Dekat	Jauh	Dekat	Cepat	Cepat
4	Dekat	Jauh	Jauh	Cepat	Lambat
5	Jauh	Dekat	Dekat	Lambat	Cepat
6	Jauh	Dekat	Jauh	Lambat	Lambat
7	Jauh	Jauh	Dekat	Lambat	Cepat
8	Jauh	Jauh	Jauh	Cepat	Cepat



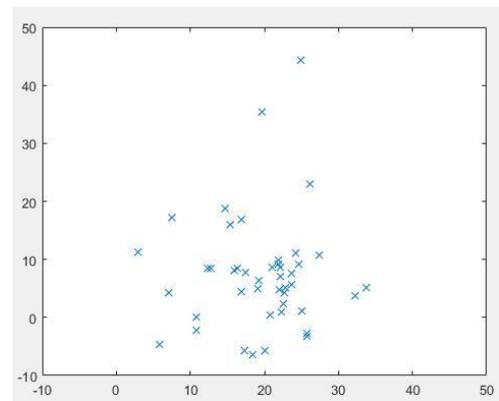
Gbr. 4. Hasil Keluaran Pada Motor Kiri



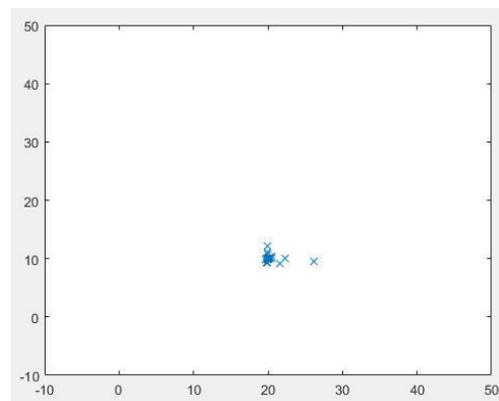
Gbr. 5. Hasil Keluaran Pada Motor Kanan

Pada program PSO yang diterapkan akan diberikan nilai bobot inersia $w = 1$, dengan jumlah partikel sebanyak 50 dan 100, dan diasumsikan nilai *correction factor* $c = 2$. Fungsi objektif dapat diperoleh dengan menjumlahkan nilai $value = (u - 20)^2 + (v - 10)^2$, dengan nilai random yang digunakan antara 0-1, sehingga penyebaran partikel akan bersifat konvergen sampai dengan jumlah iterasi maksimum yang ditentukan.

Hasil Pengujian pada program PSO dengan menggunakan *software* dengan penyebaran jumlah partikel sebanyak 50, dan jumlah iterasi untuk mencapai titik minimum ditentukan sebanyak 30 kali iterasi. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gbr. 6. Yaitu untuk penyebaran awal partikel, dan gbr. 7. Yang merupakan titik minimum pencapaian partikel pada iterasi ke-30.



Gbr. 6. Penyebaran Awal Partikel



Gbr.7. Titik Minimum Pencapaian Akhir Pada Partikel

Prosiding
ANNUAL RESEARCH SEMINAR 2016
6 Desember 2016, Vol 2 No. 1

ISBN : 979-587-626-0 | UNSRI

<http://ars.ilkom.unsri.ac.id>

IV. KESIMPULAN

. Dari hasil pengujian sementara yang telah dilakukan menggunakan perangkat lunak (*software*) pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa: Pada program logika *fuzzy* dengan 2 variabel linguistic akan diperoleh data *surface* (keluaran) pada motor kiri dan motor kanan yang dapat digunakan sebagai acuan navigasi pada sistem *mobile* robot. Sedangkan pada program optimisasi *mobile* robot dalam menuju ke sumber dengan metode PSO, akan diperoleh data pada hasil pengujian *mobile* robot dengan melakukan penyebaran pada 50 buah partikel yang bergerak menuju ke titik sumber dalam waktu 27 detik hingga iterasi maksimum ke-30, untuk melakukan pencapaian target pada titik *minimum*.

Data yang diperoleh pada penelitian ini masih bersifat sementara, sehingga nanti dapat dikembangkan lebih lanjut untuk diimplementasikan pada *mobile* robot secara nyata (*real*) untuk memperoleh data pada hasil penelitian yang sebenarnya.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada seluruh dosen dan jurusan magister teknik informatika, fakultas ilmu komputer Universitas Sriwijaya Palembang.

REFERENSI

- [1] G. Bonow and A. Kroll, "Gas leak localization in industrial environments using a TDLAS - based remote gas sensor and autonomous mobile robot with the Tri - Max method *," *IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, vol. 13, no. 978-1-4673-5642-8, pp. 1-6, 2013.
- [2] P. Murvay and I. Silea, "Journal of Loss Prevention in the Process Industries A survey on gas leak detection and localization techniques," *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 25, no. 6, pp. 966-973, 2012.
- [3] G. Ferri, E. Caselli, V. Mattoli, A. Mondini, P. Dario, S. Superiore, and S. Anna, "A Biologically-Inspired Algorithm Implemented on a new Highly Flexible Multi-Agent Platform for Gas Source Localization," *IEEE*, 2006.
- [4] A. T. Hayes, A. Martinoli, and R. M. Goodman, "Distributed odor source localization," *IEEE Sens. J.*, vol. 2, no. 3, pp. 260-271, 2002.
- [5] a. T. Hayes, a. Martinoli, and R. M. Goodman, "Swarm robotic odor localization," *Proc. 2001 IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robot. Syst. Expand. Soc. Role Robot. Next Millenn. (Cat. No.01CH37180)*, vol. 2, pp. 1073-1078, 2001.
- [6] J. Ping, H. Xiao-fang, and G. E. Ai-dong, "Mobile Robot Gas Source Localization Based on Behavior Strategies," *Proc. 33rd Chinese Control Conf.*, pp. 8304-8308, 2014.
- [7] A. Lilienthal, H. Ulmer, H. Fr, A. St, F. Werner, and A. Zell, "Gas Source Declaration with a Mobile Robot," *Robot. Autom. Proceeding ICRA, IEEE Int. Conf.*, vol. 2, pp. 1430-1435, 2005.
- [8] A. Loutfi, M. Broxvall, S. Coradeschi, and L. Karlsson, "Object recognition : A new application for smelling robots," *Robot. Auton. Syst. Elsevier B.V*, vol. 52, no. 0921-8890, pp. 272-289, 2005.
- [9] P. Jiang, Q. Meng, and M. Zeng, "Mobile Robot Gas Source Localization via Top-Down Visual Attention Mechanism and Shape Analysis *," no. 2007, pp. 1818-1823, 2010.
- [10] I. P. Adinata and M. Pratama, "Rancang Bangun Robot 6WD Sebagai Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis Komunikasi Wireless XBee-PRO Series1 60mW," pp. 52-57, 2015.
- [11] H. Avrilyantama, M. Rivai, and D. Purwanto, "Pengembangan Robot Hexapod untuk Melacak Sumber Gas," vol. 4, no. 1, pp. 1-6, 2015.
- [12] D. Martínez, J. Moreno, M. Tresanchez, M. Teixidó, D. Font, A. Pardo, and J. Palacin, "Experimental application of an autonomous mobile robot for gas leak detection in indoor environments," *IEEE*, 2014.
- [13] I. Setiawan and A. Septiaji, "PERANCANGAN ROBOT MOBIL PENJEJAK DINDING KORIDOR," 2008.
- [14] F. W. Aribowo and I. Setiawan, "Penjejak Arah Cahaya Dengan Kendali Logika," *J. Tek. elektro*, pp. 144-150, 2008.
- [15] S. A. El-teleity, "Fuzzy Logic Control of an Autonomous Mobile Robot," pp. 188-193, 2011.
- [16] da S. Henrique V, C. K. Morooka, I. R. Guilherme, T. C. da Fonseca, and J. R. P. Mendes, "Leak detection in petroleum pipelines using a fuzzy system," *ELSEVIER, J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 49, pp. 223-238, 2005.
- [17] F. Jian and H.-G. Zhang, "Diagnosis and Localization of Pipeline Leak Based on Fuzzy," *IEEE*, vol. 31, no. 3, 2005.
- [18] G. Ferri, E. Caselli, V. Mattoli, A. Mondini, B. Mazzolai, and P. Dario, "Explorative Particle Swarm Optimization Method for Gas / Odor Source Localization in an Indoor Environment with no Strong Airflow," *IEEE*, 2008.
- [19] S. Nurmainsi, B. Tutuko, and A. R. T, "A New Navigation of Behavior-Based Olfactory Mobile Robot," *Appl. Mech. Maerials, Trans Tech Publ. Switz.*, vol. 446-447, pp. 1255-1260, 2014.
- [20] L. Marques and U. Nunes, "Particle swarm-based olfactory guided search," no. May, pp. 277-287, 2006.