

SIMULASI PENGENALAN POLA RUANGAN MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PADA APLIKASI SISTEM LOKALISASI ROBOT *RESCUE*

Riza Agung Firmansyah¹, Tjahja Odianto²

Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2}
e-mail: rizaagungf@itats.ac.id¹, tjahjaodynanto@gmail.com²

ABSTRACT

Rescue robot is a robot that used for rescue or evacuation process of disaster victims. One of them is the fire building disaster. In the dark room conditions because full of smoke and fire it will cause panic so it takes a robot that can lead the victim to the assembly point. In order for the robot to be able to perform the task, the robot must detect its actual position, especially at the junction. This system is also called the robot localization system. Localization system created using input from the proximity sensor (ultrasonic) and digital compass sensor. After all the sensors are read then a pattern recognition process is done. The pattern recognition uses backpropagation neural network algorithm. The processed data is the result of reading the distance between four sensors and the wall, and the direction of the robot. After doing the learning process, artificial neural networks will produced a dominant value on one of its outputs. That value indicates the actual position of the robot. The learning process is performed offline using 112 learning data. From 700 tested data, localization system was able to detect the position correctly with accuracy 57,14%.

Keywords: *Rescue robot, pattern recognition, artificial neural network, robot localization system.*

ABSTRAK

Robot rescue atau robot penyelamat merupakan sebuah robot yang digunakan untuk proses penyelamatan atau evakuasi korban bencana. Salah satunya adalah bencana kebakaran gedung. Dalam kondisi ruangan yang gelap karena penuh asap dan api maka akan menyebabkan kepanikan sehingga diperlukan sebuah robot yang mampu menuntun korban ke titik evakuasi. Agar robot mampu melaksanakan tugas tersebut maka robot harus mengetahui posisi aktualnya terutama pada lokasi persimpangan. Sistem tersebut juga sering disebut sistem lokalisasi robot. Sistem lokalisasi yang dibuat menggunakan masukan data dari sensor jarak (ultrasonic) dan sensor kompas digital. Setelah semua sensor terbaca maka dilakukan sebuah proses pengenalan pola. Pengenalan pola tersebut menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan backpropagation. Data yang diproses adalah hasil pembacaan jarak keempat sensor dengan dinding, dan arah hadap robot. Setelah melalui proses pembelajaran, jaringan syaraf tiruan akan menghasilkan nilai dominan pada salah satu outputnya. Nilai tersebut yang akan menyatakan posisi aktual robot. Proses pembelajaran dilakukan secara offline menggunakan 112 data pembelajaran. Dari 700 data ujicoba yang dilakukan, sistem lokalisasi mampu mendeteksi posisi secara benar dengan akurasi 57.14%.

Kata kunci: Robot rescue, pengenalan pola, jaringan syaraf tiruan, sistem lokalisasi robot.

PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia. Menurut data BNPB, pada 24 Agustus 2011- 30 Juni 2015 terjadi sebanyak 979 kasus kebakaran [1]. Kebakaran tersebut sering terjadi di gedung bertingkat dengan penanganan kebakaran yang lebih sulit [2]. Pekatnya asap dan kobaran api akan menyebabkan kepanikan korban. Dalam kondisi ini, menemukan jalur evakuasi yang aman merupakan prioritas utama. Namun saat kondisi panik, menemukan jalur evakuasi akan cukup sulit dilakukan. Untuk mengatasi permasalahan ini maka digunakan sebuah robot penyelamat kebakaran (*robot rescue*).

Robot rescue dalam kondisi ini akan bekerja menuntun korban ke titik evakuasi yang aman. Dengan lampu *hazard* di bagian belakang robot diharapkan mampu digunakan sebagai pemandu korban. Karena berfungsi sebagai pemandu, robot harus mengetahui dengan jelas kondisi ruangan. Hal ini membuat robot harus mengetahui posisi aktualnya agar dapat menentukan arah pergerakan selanjutnya. Sistem ini juga sering disebut sistem lokalisasi robot.

Sistem lokalisasi robot bisa dibuat menggunakan odometri [3][4], RFID [5], *artificial landmark* [6], maupun GPS. Sistem lokalisasi dengan odometri memiliki kelemahan adanya kemungkinan selip pada rodanya. Penggunaan RFID atau GPS sebagai *positioning sensor* cukup presisi dan baik. Namun pada bangunan yang terjadi kebakaran memungkinkan adanya kerusakan komponen. Penggunaan *artificial landmark* juga rentan terganggu akibat kemampuan penglihatan saat kondisi berasap.

Untuk mengolah seluruh data sensor jarak menjadi informasi posisi maka dapat digunakan algoritma jaringan syaraf tiruan (JST). Sebab JST mampu bekerja dengan baik untuk proses pengenalan pola, peramalan, dan klasifikasi [7]. Untuk menambah keakuratan proses pengenalan, sensor kompas digital ditambahkan dalam sistem lokalisasi.

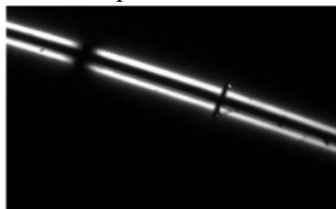
Penelitian ini pengujian dilakukan menggunakan simulasi. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efektifitas penelitian dan mempermudah dalam mencari nilai bobot yang sebenarnya. Sehingga dimensi area simulasi disesuaikan dengan area sebenarnya. Hasil algoritma jaringan syaraf tiruan diuji untuk mengetahui tingkat akurasi dalam mengenali posisi aktuannya.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem Lokalisasi Pada Robot

Sistem lokalisasi pada sebuah robot berfungsi untuk mengetahui posisi aktual robot berdasarkan lingkungan sekitarnya di dalam sebuah area kerja robot tersebut. Penelitian [3], dan [4] menggunakan odometri. Kelemahan cara ini adalah munculnya kesalahan pembacaan sensor akibat slip roda. Odometri bekerja cukup bagus pada area sempit dan juga memerlukan koreksi menggunakan metode lokalisasi berbasis *wireless sensor networks* [4] pada area yang luas.

Penelitian [5] menggunakan RFID untuk menentukan lokasi aktual robot. Untuk bekerja dengan baik, sistem ini memerlukan antena dan sensor yang ditanam di area kerja robot. Antena dan sensor di tanam di dalam lantai sejumlah 24 *ID Tags* tiap meter persegi. Cara ini sangat akurat namun cukup mahal dan rentan rusak saat diterapkan di area bencana.



Gambar 1. *Artificial landmark* saat terkena iluminasi eksternal [6]

Sistem lokalisasi juga dapat dibuat menggunakan sensor visual atau kamera. Penelitian [6] menggunakan kamera untuk mendeteksi sebuah *artificial landmark*. Cara ini cukup akurat untuk mengetahui lokasi aktual namun penggunaan kamera membutuhkan intensitas cahaya yang baik. Pada area gelap atau berasap tebal, cara ini kurang tepat untuk digunakan. *Artificial landmark* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.

Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan sistem komputasi yang pemodelannya mengacu kepada prinsip kerja syaraf manusia. Sama dengan syaraf manusia, JST ini juga harus dilatih agar mampu bekerja sesuai dengan hasil yang diinginkan. Proses tersebut disebut juga proses pembelajaran. Salah satunya adalah *backpropagation*. *Backpropagation* diawali dengan menginisialisasi nilai bobot dengan sebuah nilai acak dengan nilai yang kecil. Nilai output jaringan didapatkan dari persamaan (1) untuk layer pertama dan persamaan (2) pada layer yang lain.

$$y_1 = f(w^1 \cdot x) \dots\dots\dots (1)$$

$$y_n = f(w^n \cdot y_{n-1}) \dots\dots\dots (2)$$

$f(v_q)$ merupakan fungsi aktivasi ini berfungsi untuk mentransformasi sebuah masukan menjadi keluaran yang diinginkan. Salah satu fungsi aktivasi yang banyak digunakan dalam aplikasi JST adalah fungsi aktivasi sigmoid biner. Fungsi ini mentransformasi sebuah nilai masukan menjadi nilai antara 0 hingga 1. Fungsi aktivasi sigmoid biner ditunjukkan pada persamaan (3).

$$f(V_q) = \frac{1}{1+e^{-av_q}} \dots\dots\dots (3)$$

Proses propagasi maju pada layer terakhir akan menghasilkan output jaringan. Selisih output dengan target pada tiap node akan menghasilkan nilai error yang ditunjukkan pada persamaan (4). Setelah error pada tiap node output didapatkan maka dilakukan perhitungan *mean square error* (mse) menggunakan persamaan (5).

$$error\ r_n = d_{nj} - y_{nj} \dots\dots\dots (4)$$

$$mse = \frac{1}{n} \sum (error\ r_n)^2 \dots\dots\dots (5)$$

Jika nilai mse masih lebih besar dari *threshold* yang diinginkan maka dilakukan proses propagasi mundur atau *backpropagation*. Proses ini berfungsi untuk memperbarui nilai bobot yang sudah diinisialisasi sebelumnya. Perubahan nilai bobot dilakukan dengan menggunakan persamaan (6) untuk layer output atau layer terakhir dan persamaan (7) untuk layer yang lain.

$$w_{j,i}(k + 1) = w_{j,i}(k) + \mu \cdot (-(d_{q,j} - y_{2,j}) \cdot g(v_j)) \cdot y_2 \dots\dots\dots (6)$$

$$w_{j,i}(k + 1) = w_{j,i}(k) + \mu \cdot (-(d_{q,j} - y_{n-1,j}) \cdot g(v_j)) \cdot y_{n-1} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana: $w_{j,i}(k + 1)$ = bobot baru
 $w_{j,i}(k)$ = bobot lama
 μ = laju pembelajaran/learning rate
 $d_{q,j}$ = target keluaran

$g(v_j)$ merupakan turunan pertama dari fungsi aktivasi yang digunakan. Jika fungsi aktivasi yang digunakan adalah persamaan (3) maka nilai $g(v_j)$ seperti yang ditunjukkan pada persamaan (8).

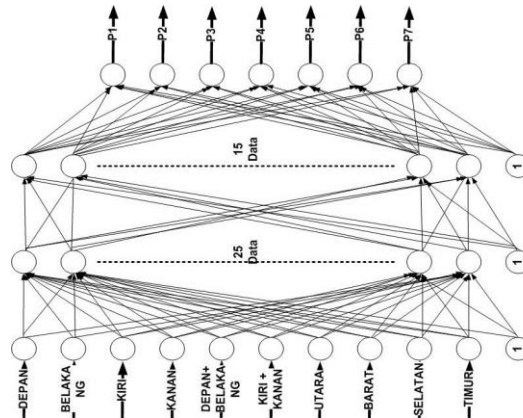
$$g(v_j) = \alpha \cdot y_n (1 - y_n) \dots\dots\dots (8)$$

METODE

Pembuatan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan

JST dibuat dengan 10 input dan 7 output. 10 input yang digunakan adalah jarak aktual antara robot dengan dinding depan, belakang, kiri dan kanan. Selanjutnya adalah hasil penjumlahan sensor depan dengan belakang serta sensor kiri dengan kanan. Orientasi robot dari pembacaan sensor kompas dimasukkan ke dalam JST dalam bentuk biner 4 bit. Arah utara ditunjukkan dengan data 1000b, barat dengan 0100b, selatan dengan 0010b, dan timur dengan 0001b.

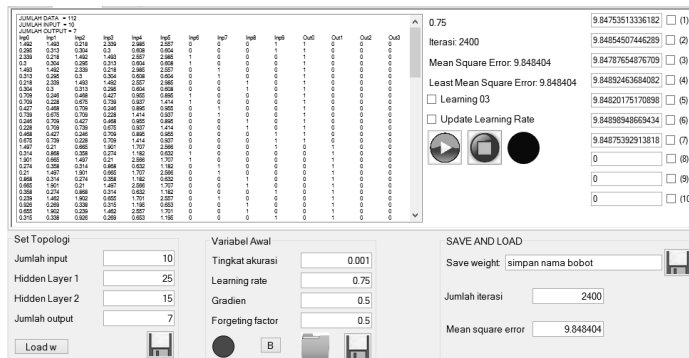
Output jaringan berupa data biner 7 bit yang merepresentasikan masing-masing persimpangan. Output jaringan diberi sebuah *threshold* dimana saat nilai output diatas 0,5 maka dianggap sebagai nilai 1 dan sebaliknya. Saat mendeteksi persimpangan “P1”, jaringan akan menunjukkan output 1000000b. Pada persimpangan “P2”, output akan menunjukkan hasil 0100000b dan seterusnya. Topologi jaringan yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Topologi jaringan syaraf tiruan yang digunakan.

Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Tingkat akurasi dalam pembelajaran diatur pada nilai 0,01 dengan jumlah iterasi maksimal 100000. Pembelajaran dilakukan terhadap 112 sampel pembacaan sensor yang merepresentasikan 7 lokasi persimpangan. Proses ini diawali dengan memberikan nilai bobot secara acak. Selanjutnya dilakukan propagasi maju dari layer pertama sampai terakhir berdasarkan persamaan (1) pada layer pertama dan persamaan (2) pada layer lain. Setelah mendapatkan hasil di layer terakhir maka dilakukan perhitungan error setiap node menggunakan persamaan (4). Seluruh error yang muncul selanjutnya dihitung nilai *mean square error* (mse) menggunakan persamaan (5).



Gambar 3. Program simulasi pengenalan pola yang dibuat

Jika nilai mse dibawah nilai *threshold* maka proses pembelajaran dihentikan dan nilai bobot disimpan. Jika nilai mse belum mencapai nilai *threshold* maka proses pembelajaran dilanjutkan. Proses selanjutnya adalah memperbarui nilai bobot jaringan dengan metode *backpropagation*. Bobot tersebut diperbarui dari layer terakhir menuju layer pertama. Proses ini dilakukan menggunakan persamaan (6) untuk layer terakhir dan persamaan (7) pada layer yang lain.

Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Pola

Nilai bobot hasil proses pembelajaran selanjutnya disimpan dan digunakan sebagai nilai bobot untuk menguji kemampuan JST dalam mengenali sebuah pola. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan 100 variasi pembacaan sensor pada setiap pola/persimpangan. Sehingga akan didapatkan 700 data yang diuji dan diamati tingkat keberhasilannya dalam mendeteksi pola. Jika output JST sama dengan target output yang diberikan maka pola sudah berhasil dideteksi dengan benar. Sebaliknya, jika output JST mendeteksi pola yang berbeda dengan target maka dianggap gagal mendeteksi dengan benar. Hasil simulasi yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.

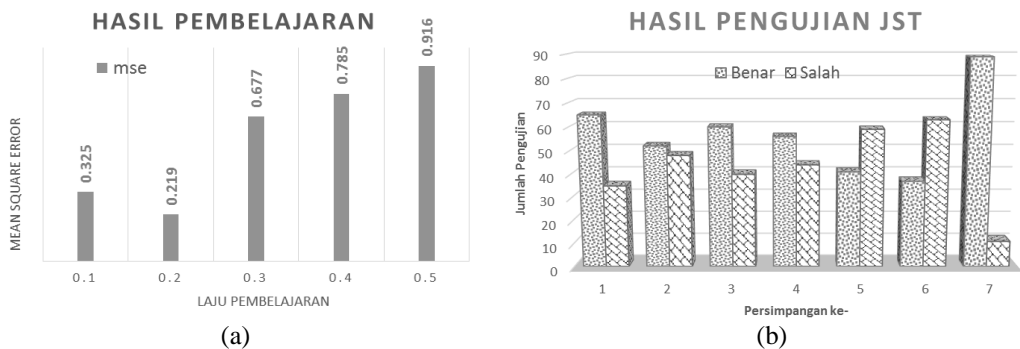
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Proses Pembelajaran

Pembelajaran dilakukan dengan menguji 7 jenis persimpangan dengan masing-masing persimpangan terdiri dari 16 pola pembacaan sensor. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan variasi laju pembelajaran antara 0,1 hingga 0,5. Hasil akurasi terbaik yang akan digunakan sebagai data pengujian pengenalan pola. Dengan laju pembelajaran 0,1 JST menghasilkan tingkat akurasi sebesar 0,219. Hasil pembelajaran tiap laju pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 4(a).

Hasil Pengujian Pengenalan Pola

Pengenalan pola persimpangan dilakukan dengan menggunakan bobot hasil pembelajaran yang memiliki akurasi terbaik. Dalam pengujian ini, pengenalan pola dilakukan dengan menggunakan pembelajaran dengan laju pembelajaran sebesar 0,5. Setiap persimpangan diuji dengan 100 variasi pola sehingga keseluruhan ada 700 data. Hasil tingkat keberhasilan JST mengenali posisi yang tepat ditunjukkan pada Gambar 4(b).



Gambar 4. a) Hasil pembelajaran JST , b) Hasil Pengujian Pengenalan Pola.

Kesalahan terbesar terjadi saat membaca persimpangan ke 6. Hal ini bisa disebabkan adanya kemiripan pola antara persimpangan 6 dengan salah satu persimpangan lainnya. Sementara kesalahan terkecil terjadi saat membaca persimpangan ke 7. Dari 100 kali pengujian, persimpangan 7 dikenali dengan benar sebanyak 89 kali. Hasil pengenalan 10 pola pertama pada persimpangan 7 dapat diamati pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian pengenalan pola persimpangan 7

No	Depan	Belakang	Kanan	Kiri	Depan + Belakang	Kiri + Kanan	Utara	Barat	Selatan	Timur	Terdeteksi /tidak
1	0.254	1.113	0.636	0.477	1.367	1.113	0	0	0	1	Terdeteksi
2	0.854	0.287	0.3	1.085	1.141	1.385	1	0	0	0	Terdeteksi
3	0.678	1.037	0.238	1.044	1.715	1.282	1	0	0	0	Terdeteksi
4	0.477	0.636	0.254	1.113	1.113	1.367	1	0	0	0	Terdeteksi
5	1.085	0.3	0.854	0.287	1.385	1.141	0	1	0	0	Terdeteksi
6	1.044	0.238	0.678	1.037	1.282	1.715	0	1	0	0	Terdeteksi
7	1.113	0.254	0.477	0.636	1.367	1.113	0	1	0	0	Terdeteksi
8	0.287	0.854	1.085	0.3	1.141	1.385	0	0	1	0	Terdeteksi
9	1.037	0.678	1.044	0.238	1.715	1.282	0	0	1	0	Terdeteksi
10	0.636	0.477	1.113	0.254	1.113	1.367	0	0	1	0	Terdeteksi

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi JST untuk mengenali pola persimpangan untuk sistem lokalisasi robot rescue. Proses pembelajaran JST yang dilakukan menggunakan *backpropagation* dengan laju pembelajaran 0,5. Dari pengujian terhadap 700 sampel data yang dilakukan, JST yang dibuat mampu mengenali posisi aktualnya sebanyak 400 kali atau dengan akurasi 57,14 %. Akurasi ini masih cukup rendah sehingga memerlukan pembelajaran yang lebih lama. Dari hasil simulasi ini diharapkan bobot yang telah didapatkan mampu diterapkan ke *robot rescue* sebenarnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan salah satu luaran tambahan dalam penelitian dosen pemula 2017. Sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada DRPM Ristekdikti yang telah memberikan hibah penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada rekan dosen Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2015. "*Data Kejadian Bencana Kebakaran Permukiman*", <http://geospasial.bnpb.go.id/pantauanbencana/data/dataakbmukim.php> diakses tanggal 10 Maret 2016.
- [2] Setyawan, A., dan Kartika, EW. 2008. "*Studi Eksploratif Tingkat Kesadaran Penghuni Gedung Bertingkat Terhadap Bahaya Kebakaran: Studi Kasus Di Universitas Kristen Petra Surabaya*", JURNAL MANAJEMEN PERHOTELAN, VOL. 4, NO. 1, MARET 2008: hal 28-38.
- [3] Adriansyah, Andi., "*Perancangan Robot Localization Menggunakan Metode Dead Reckoning*", Jurnal Sinergi Universitas Mercu Buana ISSN 1410-2331 Vol.18 No.1 Februari 2014 hal. 25-30.
- [4] Fu, Guoyu et al., "*Precise Localization of Mobile Robots via Odometry and Wireless Sensor Network*", International Journal of Advanced Robotic System INTECH 2013 Vol. 10, 203:2013.
- [5] Mi, Jian and Takahashi, Yasutake., "*Low Cost Design of HF-band RFID System for Mobile Robot Self-Localization based on Multiple Readers and Tags*", Proceedings of the 2015 IEEE Conference on Robotics and Biomimetics Zhuhai, China, December 6-9, 2015. Hal 194-199.
- [6] Pinto, A.M.G. et al., "*Indoor Localization System based on Artificial landmarks and Monocular Vision*", TELKOMNIKA Vol. 10 No. 4. Desember 2012 hal. 609-620.
- [7] Siang, J.J., "*Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB*", Penerbit ANDI Yogyakarta 2004.