

PENGEMBANGAN PERMAINAN PANAHAN MENGGUNAKAN METODE MIDDLE SQUARE

DEVELOPMENT OF ARCHERY GAME USING MIDDLE SQUARE METHOD

Athian Gusti Ramdani¹, Budhi Irawan S.Si., M.T.², Anton Siswo Raharjo Ansori S.T., M.T.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

athiangr@gmail.com¹, budhiirawan@telkomuniversity.ac.id², raharjo@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Panahan adalah suatu kegiatan menggunakan busur panah untuk menembakkan atau melesatkan anak panah yang pada awalnya merupakan sebuah alat untuk bertahan hidup atau mempertahankan diri dari serangan binatang liar dan juga sebagai senjata dalam perang. Kini panahan sudah terdaftar sebagai salah satu cabang olahraga yang dilombakan dan banyak dijadikan sebuah inspirasi oleh para pengembang aplikasi permainan hingga muncul berbagai *game* panahan. Namun dalam perkembangan permainan panahan sejauh ini, *game* panahan memiliki sasaran/target tembak yang cenderung sama, yaitu target yang tidak bergerak dan target yang bergerak. Target yang bergerak memiliki arah pergerakan dalam pola 2 dimensi atau dalam bidang datar, sehingga pengembangan permainan panahan ini bertujuan untuk mengembangkan arah pergerakan target agar dapat bergerak dalam pola 3 dimensi dengan arah pergerakan yang acak menggunakan metode *middle square* dimana kecepatan pergerakan target tersebut ditentukan menggunakan *fuzzy logic*. Hasil dari pengembangan permainan panahan ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma *middle square* dalam menentukan arah pergerakan target panahan menghasilkan pergerakan yang acak selama tidak menghasilkan *seed* 0, 10, 50, dan 60 dengan kecepatan yang sesuai dengan hasil keluaran *fuzzy logic* yang dihitung berdasarkan parameter skor dan waktu dalam permainan.

Kata kunci: panahan, *game* panahan, *middle square*, *fuzzy logic*

Abstract

Archery is an activity using a bow to shoot an arrow which was originally a tool to survive or defend themselves from attacks by wild animals and also as a weapon in war. Now archery has been registered as one of the sports that are contested and is widely used as an inspiration by developers of game applications to appear various archery games. But in the development of archery games so far, archery games have shooting targets that tend to be the same, namely targets that are not moving and moving targets. Moving targets have a direction of movement in a 2-dimensional pattern or in a flat plane, so the development of this archery game aims to develop the direction of the target's movement so that it can move in a 3-dimensional pattern with a random direction of movement using the middle square method where the target's movement speed is determined using fuzzy logic. The results of the development of this archery game show that the application of the middle square algorithm in determining the direction of movement of archery targets results in random movements as long as they do not produce seeds 0, 10, 50, and 60 with a speed that matches the results of the fuzzy logic output calculated based on the score and time parameters in games.

Keyword: archery, archery game, middle square, fuzzy logic

1. Pendahuluan

Panahan adalah suatu kegiatan menggunakan busur panah untuk menembakkan atau melesatkan anak panah yang pada awalnya adalah alat untuk mempertahankan diri dari serangan bahaya binatang liar, sebagai alat berburu, dan senjata perang. Namun seiring berkembangnya zaman, panahan ini sudah semakin jarang digunakan untuk alat berburu atau mempertahankan diri karena busur dan anak panah perlahan terkikis oleh alat-alat yang lebih modern seperti senapan atau sejenisnya. Saat ini panahan lebih dikenal sebagai alat olahraga rekreasi atau prestasi dan sudah terdaftar sebagai salah satu cabang olahraga yang dilombakan dalam olimpiade. Pada era digital sekarang ini, banyak para pengembang aplikasi permainan menjadikan kegiatan dalam cabang olahraga sebagai inspirasi dalam pembuatan permainannya, yang mana salah satunya adalah mengembangkan panahan sebagai sebuah permainan digital [1][2].

Jenis permainan panahan ini memiliki *genre game action*, yaitu *game* sederhana yang dapat memberikan motivasi kepada pemain untuk melatih ketelitian, konsentrasi, dan kesabaran. Salah satu contoh *game* panahan adalah “Golden Arrow”. *Golden Arrow* adalah suatu *game* dengan satu *user* dimana pemain harus memanah sebuah papan target dengan anak panah sebagai senjata menggunakan busur. Pemain harus berkonsentrasi agar dapat melepaskan anak panah dan tepat pada sasaran. Namun dalam perkembangan permainan panahan sejauh

ini, banyak permainan panahan yang didalamnya memiliki target yang dapat bergerak dalam pola 2 dimensi atau pada bidang datar dan belum banyak mengalami perkembangan [3]. Oleh sebab itu, penelitian ini dibuat untuk mengembangkan pola pergerakan papan target dalam sebuah permainan panahan agar memiliki pola pergerakan acak 3 dimensi atau bergerak acak dalam sebuah bangun ruang.

Tujuan penelitian permainan panahan ini adalah mengembangkan pola pergerakan target panahan menggunakan metode *middle square* untuk menentukan titik-titik arah pergerakan yang akan dijadikan target dan menggunakan logika *fuzzy* untuk menentukan kecepatan dari pergerakan papan target. Pengembangan permainan panahan ini diharapkan dapat menambah kesulitan dan menambah tingkat kepuasan pemain.

2. Dasar Teori

2.1. Metode Middle Square

Pseudo Random Number Generators (PRNG) atau dalam bahasa Indonesia adalah Pembangkit Bilangan Acak Semu adalah algoritma untuk menghasilkan rangkaian angka yang mendekati rangkaian angka acak. *PRNG* memiliki beberapa algoritma yang salah satunya akan dipakai sebagai metode dalam penelitian pengembangan permainan panahan, yaitu algoritma *Middle Square* [4,5].

Metode *Middle Square* ditemukan oleh John Von Neumann dan dijelaskan pada sebuah konferensi pada tahun 1949. Dalam matematika, metode *middle square* adalah metode menghasilkan angka *pseudo random*. Metode utama ini adalah yang pertama dari jenisnya yang mendapatkan banyak popularitas. Logika dasarnya adalah bahwa angka berikutnya terdiri dari digit tengah dari angka sebelumnya [6,7]. Metode ini digunakan untuk membangkitkan bilangan *random* sepanjang n digit. Untuk membangkitkan bilangan berikutnya bilangan yang sekarang dikuadratkan, kemudian hasil dari bilangan yang dikuadratkan tersebut diambil n digit yang terletak ditengah. Namun, metode *middle square* ini memiliki beberapa kelemahan seperti rangkaian angka yang mencapai bilangan nol, selanjutnya akan selalu menuju ke nol dan periodenya yang sangat pendek [7,8].

Menurut Banks dkk. algoritma pada metode *middle square* adalah teknik yang dimulai dengan angka awal atau *seed* awal yang kemudian dikuadratkan dan digit di tengah deretan angka yang dikuadratkan ini akan menjadi angka acak setelah penempatan desimal yang sesuai. Digit tengah deretan angka tadi kemudian dikuadratkan kembali untuk menghasilkan angka acak kedua. Proses tersebut diulangi sampai jumlah angka acak yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan. Gambarnya adalah seperti berikut. Jika diberikan angka awal atau *seed* awal 4 digit, kemudian angka awal tersebut dikuadratkan hingga menghasilkan deretan angka $2x$ jumlah digit angka awal atau menjadi 8 digit. Jika deretan angka yang dihasilkan kurang dari 8 digit, maka akan ditambahkan angka 0 di depan deretan angka yang dihasilkan tersebut. Selanjutnya dari deretan angka 8 digit diambil sejumlah digit sesuai dengan digit awal (4 digit) yang berada pada tengah deretan angka 8 digit dimana 4 digit yang diambil merupakan angka selanjutnya yang dikuadratkan [4,9].

2.2 Fuzzy Logic

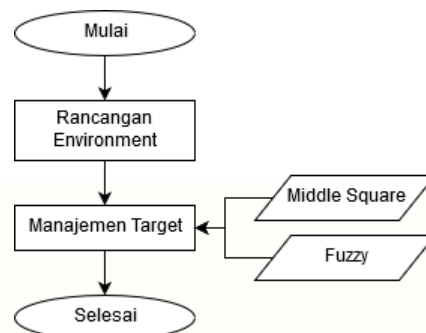
Logika *fuzzy* adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam ruang *output*. Pertamakali diperkenalkan oleh Prof. L.A. Zadeh dari Berkelay pada tahun 1965. Dalam logika *fuzzy* terdapat beberapa proses yaitu penentuan himpunan *fuzzy*, penerapan aturan *IF-THEN* dan proses *inferensi fuzzy*. Secara garis besar suatu sistem *fuzzy* akan dimulai dengan proses *input* berupa bilangan tegas yang kemudian mengalami *fuzzifikasi*. Hasil *fuzzifikasi* akan dicocokkan pada *rules base fuzzy* yang telah dibuat. Hasil dari *inferensi fuzzy* selanjutnya akan dikeluarkan berupa bilangan tegas juga setelah mengalami proses *defuzzifikasi*.

Penerapan logika *fuzzy* pada pengembangan permainan panahan adalah dengan membuat himpunan *fuzzy* dari parameter yang digunakan yaitu skor dan waktu yang selanjutnya akan dilakukan proses *fuzzifikasi*, *inferensi*, dan *defuzzifikasi*. Tujuan dari perancangan logika *fuzzy* ini adalah untuk mengubah dua parameter input yaitu skor dan waktu menjadi satu output yang akan digunakan untuk menentukan kecepatan pergerakan target panahan.

3. Pembahasan

3.1. Gambaran Umum Sistem

Berikut adalah gambaran umum dari pengembangan permainan panahan dalam bentuk *flowchart*. Hal ini dibuat agar proses perancangan sistem ini lebih terstruktur hingga dapat berjalan sesuai dengan tujuan. Alur pelaksanaan pengembangan permainan panahan dimulai dari pembuatan *environment* hingga penerapan metode *middle square* dan *fuzzy logic* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Gambaran Umum Sistem

Berdasarkan gambaran umum diatas, dapat dijelaskan beberapa hal sebagai berikut:

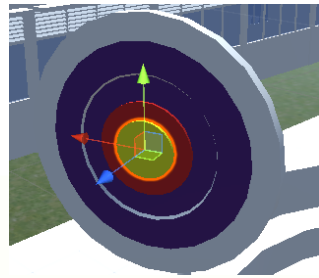
1. Rancangan *Environment* pada penelitian ini telah dilakukan sebelumnya pada aplikasi *Unity 3D Free* menggunakan *asset* yang tersedia di *web* dan *asset* gedung N, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom yang telah didesain oleh peneliti sebelumnya. Gambaran dari *environment* ini adalah terdapat sebuah gedung yang merupakan salah satu gedung di Universitas Telkom dengan bentuk menyerupai huruf U dimana di tengah area gedung terdapat papan target panahan dan busur serta anak panah yang sudah siap digunakan.

Gambar 3.2. Tampilan *Environment* Permainan Panahan

2. Manajemen Target yang dibangun pada penelitian ini bertujuan untuk mengatur arah pergerakan target dengan menggunakan metode *middle square* dan menentukan kecepatan arah pergerakan target dengan menggunakan logika *fuzzy*.
3. Penerapan metode *Middle Square* dilakukan pada papan target panahan dengan cara menentukan nilai awal atau yang disebut *seed* yang terdiri dari beberapa digit. Mengkuadratkan *seed* tersebut sehingga membentuk digit dua kali jumlah digit *seed*, jika tidak, ditambahkan digit 0 di depan bilangan tersebut. Kemudian diambil sejumlah digit yang sesuai dengan *seed* awal yang berada di tengah untuk *seed* selanjutnya.
4. Penerapan logika *fuzzy* pada pengembangan permainan panahan adalah dengan membuat himpunan *fuzzy* dari parameter yang digunakan yaitu skor dan waktu yang selanjutnya akan dilakukan proses *fuzzifikasi*, *inferensi*, dan *defuzzifikasi*. Tujuan dari perancangan logika *fuzzy* ini adalah untuk mengubah dua parameter input yaitu skor dan waktu menjadi satu output yang akan digunakan untuk menentukan kecepatan pergerakan target panahan dengan kategori *easy*, *medium*, atau *hard*.

3.2 Penerapan Metode *Middle Square*

Penerapan metode *middle square* dilakukan dengan menentukan nilai awal atau *seed* untuk selanjutnya dilakukan proses *middle square*. Dalam penelitian ini, diperlukan 3 *seed* untuk mengisi *input*/nilai awal masing-masing sumbu x, y, dan z dengan tujuan agar arah pergerakan target panahan yang dibuat memiliki pergerakan yang lebih *random* ke segala arah dalam pola 3 dimensi atau bangun ruang.



Gambar 3.3. Papan Target Panahan

Gambar diatas adalah sebuah target panahan pada permainan panahan ini, sumbu x ditunjukkan dengan panah berwarna merah, y adalah panah berwarna hijau, dan z panah berwarna biru. Titik nol ketiga sumbu x, y, dan z terdapat di tengah papan target panahan, sehingga pergerakan awal target panahan akan mengarah ke kiri, depan, atau ke atas sesuai dengan titik koordinat selanjutnya yang akan di tentukan menggunakan algoritma *middle square*.

Algoritma *middle square* adalah algoritma untuk menghasilkan nilai *random* dari sebuah nilai awal/*seed* yang diberikan. Cara kerja dari algoritma *middle square* ini adalah nilai awal/*seed* yang berupa deretan angka beberapa digit selanjutnya dikuadratkan hingga hasil dari proses kuadrat tersebut menghasilkan deretan angka sejumlah 2x deretan digit awal. Jika jumlah deretan digit baru tidak 2x deretan digit awal, maka ditambahkan digit nol "0" didepan deretan digit angka baru tersebut. Selanjutnya diambil sejumlah digit sesuai dengan digit awal dari tengah deretan angka yang telah dikuadratkan. Deretan angka yang di ambil tersebut adalah *output* dari algoritma *middle square* dan sekaligus menjadi *seed* baru yang akan diproses berikutnya. Berikut adalah perhitungan algoritma *middle square*:

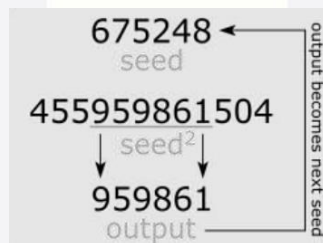
$$Seed = 1234 \text{ (4 digit)}$$

$$Seed^2 = (1234)^2 = 1522756 \text{ (7 digit)}$$

$$Seed^2 = (1234)^2 = "0"1522756 \rightarrow 01522756$$

$$Output : 01'5227'56 = 5227 \text{ (4 digit)} \rightarrow Output = 5227$$

Contoh lainnya adalah seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.4. Perhitungan Middle Square

Pada pengembangan permainan panahan ini, *seed* yang digunakan adalah *seed* untuk sumbu x, y, dan z. Banyaknya jumlah digit dibatasi yaitu hanya sampai 2 digit (1-99) dengan tujuan agar arah pergerakan target panahan tidak keluar dari area permainan. Dengan perhitungan yang sama seperti contoh diatas, berikut adalah tabel perhitungan algoritma *middle square* yang digunakan pada penelitian ini dengan *seed* masing-masing yaitu x=24, y=42, dan z=77:

Tabel 3.1. Perhitungan *Middle Square*: X=24, Y=42, dan Z=77

X			Y			Z		
Seed	Seed ²	Output	Seed	Seed ²	Output	Seed	Seed ²	Output
24	0576	57	42	1764	76	77	5929	92
57	3249	24	76	5776	77	92	8464	46
24	0576	57	77	5929	92	46	2116	11
57	3249	24	92	8464	46	11	0121	12
24	0576	57	46	2116	11	12	0144	14
57	3249	24	11	0121	12	14	0196	19
24	0576	57	12	0144	14	19	0361	36
57	3249	24	14	0196	19	36	1296	29

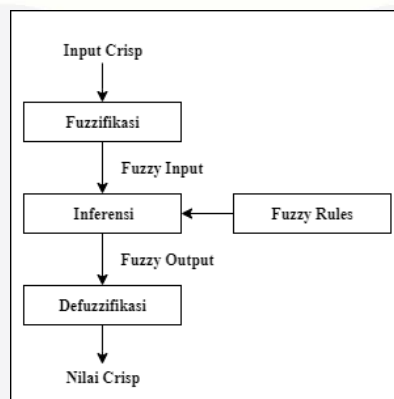
24	0576	57	19	0361	36	29	0841	84
57	3249	24	36	1296	29	84	7056	05
24	0576	57	29	0841	84	05	0025	02
57	3249	24	84	7056	05	02	0004	00
24	0576	57	05	0025	02	00	0000	00
57	3249	24	02	0004	00	00	0000	00
24	0576	57	00	0000	00	00	0000	00
57	3249	24	00	0000	00	00	0000	00
24	0576	57	00	0000	00	00	0000	00

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa seed pada sumbu x dengan *seed* awal 24 menghasilkan *output* 57, dan *seed* selanjutnya yaitu 57 menghasilkan *output* 24, begitu seterusnya. Pada sumbu y dengan *seed* awal 42 menghasilkan *output* 76, dan *seed* selanjutnya yaitu 76 menghasilkan *output* 77. Berbeda dengan perhitungan pada sumbu x, perhitungan pada sumbu y ini menghasilkan *output* yang random sampai 14 iterasi, namun *seed* selanjutnya tetap tidak berubah saat *seed* menghasilkan *output* 0. Begitu juga pada sumbu z, *seed* awal 77 menghasilkan *output* yang berbeda beda sampai *seed* menghasilkan *output* 0 setelah 12 iterasi.

Berdasarkan pehitungan dengan *seed* dibatasi (1-99), didapatkan kesimpulan bahwa algoritma *middle square* menghasilkan angka *random* namun memiliki kekurangan yaitu jika *seed* menghasilkan angka 0, 10, 50, dan 60, maka *seed* selanjutnya akan menghasilkan *seed* yang sama yaitu 0, 10, 50, atau 60.

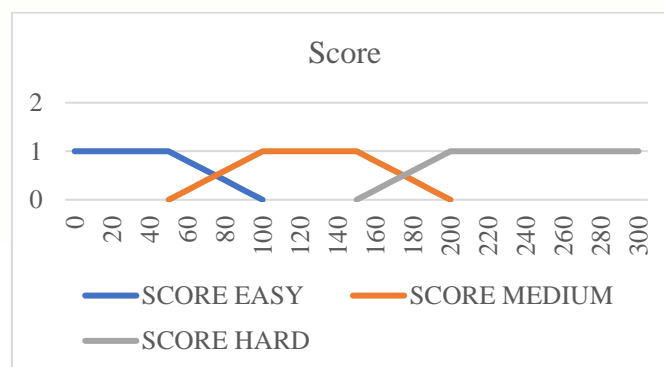
3.3. Penerapan Logika Fuzzy

Penerapan logika *fuzzy* pada pengembangan permainan panahan ini adalah untuk menghasilkan satu nilai yang nantinya akan digunakan untuk mengatur kecepatan pergerakan target panahan berdasarkan dua parameter, yaitu skor dan waktu. Secara garis besar, proses penerapan logika *fuzzy* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5. Sistem Fuzzy

Pada pengembangan permainan panahan ini, proses penerapan logika *fuzzy* yang pertama adalah mendefinisikan *input* dan *output*. Penelitian ini menggunakan 2 parameter *input* yaitu skor dan waktu, serta *output* berupa kecepatan dengan kategori *easy*, *medium*, dan *hard*. Nilai linguistik yang digunakan untuk parameter *input* skor adalah *easy*, *medium*, dan *hard*, begitu juga dengan input waktu, yaitu *easy*, *medium*, dan *hard*. Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk setiap nilai linguistik parameter *input*:



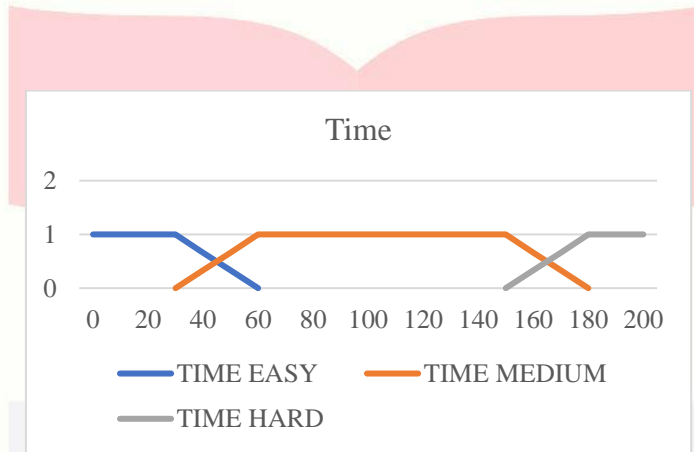
Gambar 3.6. Fungsi Keanggotaan Skor

Nilai *fuzzy* untuk skor (x) adalah sebagai berikut:

$$Easy(x) = \begin{cases} 0, & x \geq 100 \\ 1, & x \leq 50 \\ \frac{100-x}{100-50}, & 50 < x < 100 \end{cases}$$

$$Medium(x) = \begin{cases} 0, & 200 \leq x \leq 50 \\ 1, & 100 \leq x \leq 150 \\ \frac{x-50}{100-50}, & 50 < x < 100 \\ \frac{200-x}{200-150}, & 150 < x < 200 \end{cases}$$

$$Hard(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \\ 1, & x \geq 200 \\ \frac{x-150}{200-150}, & 150 < x < 200 \end{cases}$$



Gambar 3.7. Fungsi Keanggotaan Waktu

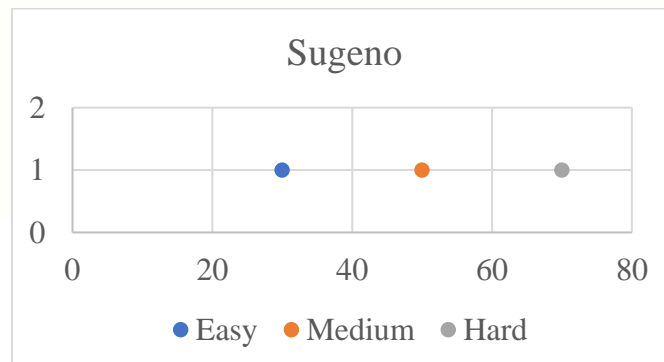
Nilai *fuzzy* untuk waktu (y) adalah sebagai berikut:

$$Easy(y) = \begin{cases} 0, & y \geq 60 \\ 1, & y \leq 30 \\ \frac{60-y}{60-30}, & 30 < y < 60 \end{cases}$$

$$Medium(y) = \begin{cases} 0, & 180 \leq y \leq 30 \\ 1, & 60 \leq y \leq 150 \\ \frac{y-30}{60-30}, & 30 < y < 60 \\ \frac{180-y}{180-150}, & 150 < y < 180 \end{cases}$$

$$Hard(y) = \begin{cases} 0, & y \leq 150 \\ 1, & y \geq 180 \\ \frac{y-150}{180-150}, & 150 < y < 180 \end{cases}$$

Sedangkan untuk nilai linguisistik variabel *output* pada sistem *fuzzy* ini adalah Tingkat Kecepatan (TK) = (Easy, Medium, Hard) dengan skala 0-80. Berikut adalah fungsi keanggotaan untuk *output* (tingkat kecepatan):



Gambar 3.8. Fungsi Keanggotaan Tingkat Kecepatan

Dengan rules sebagai berikut:

Tabel 3.2. Rule Base

	Skor		Waktu		TK
If	Easy	and	Easy	then	Easy
If	Easy	and	Medium	then	Easy
If	Easy	and	Hard	then	Medium
If	Medium	and	Easy	then	Medium
If	Medium	and	Medium	then	Medium
If	Medium	and	Hard	then	Medium
If	Hard	and	Easy	then	Medium
If	Hard	and	Medium	then	Hard
If	Hard	and	Hard	then	Hard

Berdasarkan tabel rules diatas, maka dapat diperoleh nilai *fuzzy output* dengan cara melakukan operasi *AND* pada nilai *fuzzy* skor dan waktu. Hasil dari perhitungan operasi *AND* pada parameter skor dan waktu akan menghasilkan *fuzzy output* yang selanjutnya setiap variabel akan dibandingkan menggunakan operasi *OR*. Hasil dari operasi *OR* tersebut kemudian akan dijadikan nilai *fuzzy output* dan akan menjadi bahan untuk proses *defuzzifikasi* dengan persamaan sebagai berikut:

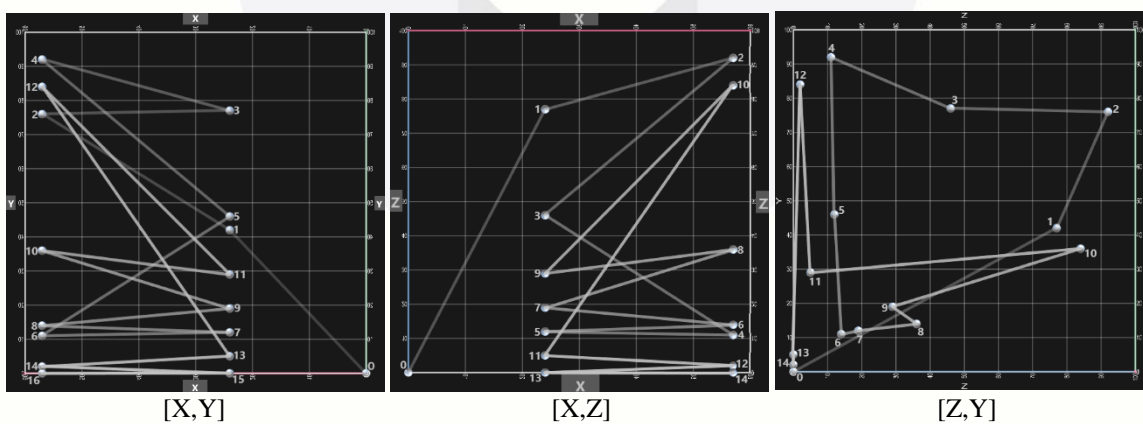
$$y * = \sum \frac{\mu(y) * y}{\mu(y)}$$

Hasil dari *defuzzifikasi* kemudian akan menghasilkan nilai tegas berupa tingkat kecepatan dengan kategori *easy*, *medium*, atau *hard*.

4. Hasil

4.1. Pengujian

Pengujian *middle square* dilakukan dengan cara melihat arah pergerakan target melalui grafik dengan 3 sudut tampilan, yaitu pada koordinat [x,y], [x,z], dan [z,y] dengan *seed* awal X=24, Y=42, dan Z=77. Berikut adalah hasil pergerakan yang dihasilkan:



Gambar 4.1. Hasil Pengujian Arah Pergerakan Target Menggunakan Metode *Middle Square*

Pengujian *fuzzy logic* pada penelitian ini dilakukan dengan cara memainkan permaian dan merekam keluaran pada waktu tertentu dan menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Tingkat Kecepatan Menggunakan *Fuzzy Logic*

Skor	Waktu (Sec)	Tingkat Kecepatan
------	-------------	-------------------

43	26.094738	Easy
59	29.839273	Easy
90	50.004234	Medium
126	62.378495	Medium
144	71.975362	Medium
161	79.109384	Medium
180	102.024643	Hard
199	163.593827	Hard
217	179.928376	Hard
270	192.941328	Hard

4.2 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, berikut adalah beberapa hal yang dapat disimpulkan:

1. Algoritma *middle square* adalah algoritma pembangkit bilangan acak yang sederhana dan mampu berjalan beberapa iterasi saja dengan hasil bilangan acak yang dapat diprediksi menggunakan perhitungan ilmiah sehingga metode *middle square* dapat disimpulkan tidak benar benar menghasilkan bilangan acak.
2. Metode *middle square* tidak menghasilkan bilangan yang acak ketika *seed* = 0, 10, 50, dan 60.
3. *Fuzzy logic* pada penelitian ini dapat menentukan tingkat kecepatan pergerakan target panahan dengan baik sesuai dengan kemampuan pemain dengan parameter skor dan waktu saat bermain.

5. Daftar Pustaka

- [1] I Wayan Artanayasa Sp.d., M.Pd., "Panahan". Graha Ilmu.
- [2] Dr. Ramdan Pelana M.Or., dan Nadya Dwi Oktafiranda S.Or., M.Pd., "Teknik Dasar Olahraga Panahan". Rajawali Pers. 2017
- [3] Predi Siswanto. "Pembuatan dan Perancangan Game Memanah Golden Arrow Berbasis Multimedia Menggunakan Adobe Flash Cs3". Naskah Informasi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer, AMIKOM Yogyakarta.
- [4] Joshua Aditya Kosasih. "Penerapan Pembangkit Bilangan Acak Semu Untuk Simulasi Komputer". Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- [5] Stephen K. Park and Keith W. Miller. "Random Number Generators: Good Ones Are Hard to Find". Communications of the ACM. 1988.
- [6] Ritu Maheswari, Sonam Gupta, Vinita Sharma dan Vishakha Chauhan. "Pseudo Random Number Generators" Apaji Institute of Mathematics and Applied Computer Technology Banasthali Vidyapith, India.
- [7] K.M. Uma Maheswari, Rajdeep Kundu, dan Harsh Saxena. "Pseudo Random Number Generators Algorithms and Applications" Department of Computer Science and Engineering, SRM Institute of Science and Technology.
- [8] K. Meenakshi Sundaram, T. Santhanam, M Saroja, dan C.P Sumathi. "A Performance Analysis of Modified Mid-Square and Mid-Product Techniques to Minimize the Redundancy for Retrieval of Database Records". Journal of Computer Science 6 (4): 386-391, ISSN 1549-3636. 2010
- [9] Banks, J., J.S. Carson, B.L. Nelson and D.M. Nicol, "Discrete Event System Simulation. 5th Edn". PHI, ISBN: 13: 9780136062127, pp: 252-254. 2009