

APLIKASI MODIFIED IMPROVED PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (MPSO) UNTUK SKENARIO DINAMIK PADA GAME MATEMATIKA

Minarto¹, Supeno Mardi S.N.², Moch. Hariadi³

¹Pasca Sarjana Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111

E-mail: ¹ minarto@mhs.ee.its.ac.id, ² mardi@ee.its.ac.id

ABSTRAK

Dalam sebuah game sangat penting untuk menjaga player untuk tidak bosan, salah satu cara untuk itu adalah membuat skenario yang sesuai dengan kemampuan player. Jika terlalu sulit maka player akan cenderung malas dan bila terlalu mudah player akan menjadi bosan dan kurang tertantang. Sehingga diperlukan Skenario yang dinamis dan bisa menyesuaikan dengan kemampuan player dan munculnya bisa secara acak. Software WinGen versi 3 (Han & Hambleton, 2010) akan digunakan untuk menjadi generator bilangan acak untuk kemunculan soal dengan memberikan variasi pada pemilihan skenario yang dibuat untuk mensimulasikan skenario secara dinamik (dalam kasus ini, yang dibuat pada skenario Game Kantin untuk pembelajaran matematika). Particle Swarm Optimization (PSO) yang dimodifikasi digunakan untuk mengoptimasi klastering terhadap soal dengan memperhitungkan nilai terbaik dari semua data, untuk pengacakan soal yang diharapkan muncul. Pada skenario yang berbentuk soal Jika di uji dengan nilai parameter $c_1=3$ dan $c_2=1$, maka kecenderungan soal yang muncul adalah soal mudah, sedangkan jika nilai $c_1=5$ dan $c_2=1$, kecenderungan soal yang muncul adalah soal sedang dan untuk nilai $c_1=7$ dan $c_2=1$, kecenderungan soal yang muncul adalah soal sulit.

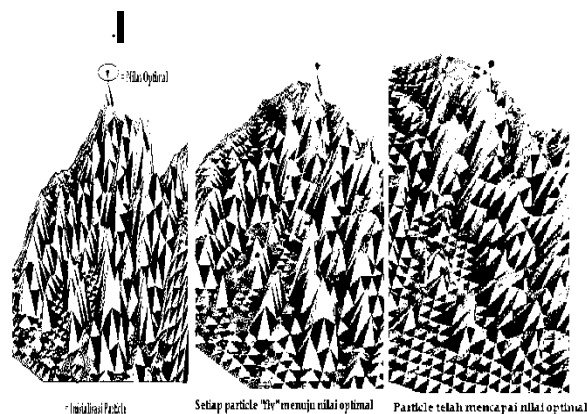
Katakunci: Skenario Dinamik, Particel Swarm Optimisation (PSO), WinGen

1. PENDAHULUAN

Sebelum menggunakan metode Particel Swarm Optimization (PSO) untuk mengoptimasi pemilihan acak sebagai variasi skenario dalam game, setiap pemain yang gagal dalam menyelesaikan sebuah misi di game kembali memainkan game tersebut maka pemain akan menemukan alur cerita atau tahapan yang sama dengan yang telah ditemui pada game yang dimainkan sebelumnya.

Tetapi ketika jenis skenario lebih dari dari satu (dalam hal ini digunakan skenario dengan 3 jenis soal matematika tipe sulit, sedang dan mudah, dengan menjawab soal yang diberikan, jika skor nilai memenuhi maka misi bisa dianggap selesai). Pemilihan jenis soal untuk mendapatkan skor nilai terbanyak sehingga misi selesai akan didekati secara random dengan algoritma Particle Swarm Optimisation (PSO), Algoritma particle swarm optimization diinisialisasi dengan sekumpulan particle secara random (setiap partikel merepresentasikan solusi yang mungkin untuk masalah optimasi) dan kemudian mencari solusi terbaik dengan mengupdate generasi. Setiap partikel memiliki vektor posisi dan kecepatan, keduanya diinisialisasi secara random diawal, kemudian partikel diarahkan ke target tujuannya dengan dipandu oleh nilai swarm yang terbaik (global best) dan nilai mereka sendiri yang terbaik (local best) (Maickel Tuegeh, Soeprijanto, Mauridhi H Purnomo, 2009)

Sedangkan tujuan dalam penelitian ini adalah Mengelompokkan Skenario (soal) menjadi 3 yaitu mudah, sedang dan sulit dan dengan PSO yang di modifikasi, selanjutnya akan diujikan untuk dimunculkan sesuai dengan kondisi kemampuan player dalam menjawab soal yang diberikan dan Mengimplementasikan Skenario yang ada kedalam misi 1 dan misi 2 pada Game kantin

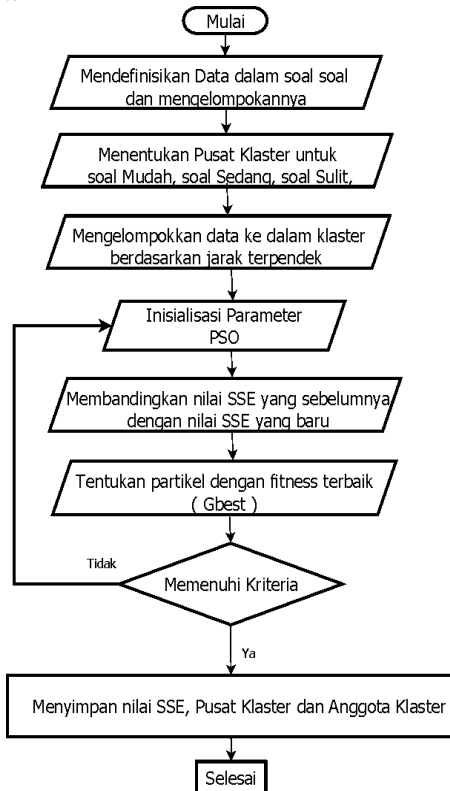


Gambar1. Ilustrasi Algoritma Particle Swarm Optimization

2. METODE

Gambar 2 menunjukkan tahapan-tahapan dalam penelitian yang meliputi mengelompokkan data yang berbentuk soal serta mengelompoknya menjadi soal mudah, soal sedang dan soal sulit, pemilihan skenario dan penentuan soal yang muncul

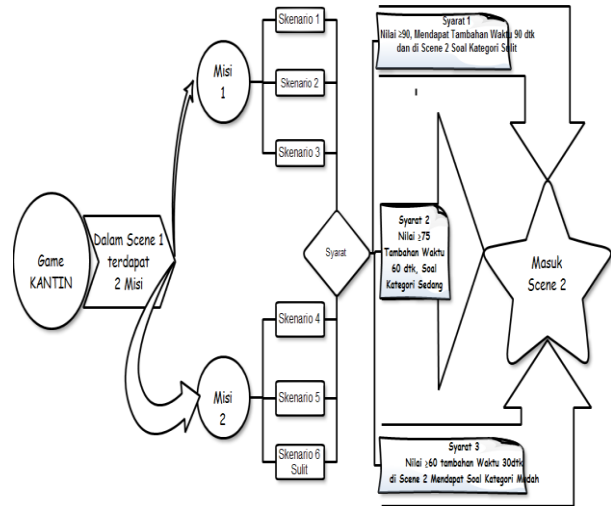
menggunakan penerapan *algoritma Particle Swarm Optimization*.



Gambar 2. Blok Digram Penelitian

2.1 Skenario

Pada penelitian ini dibuat sebuah sekenario game Kantin (Pembelajaran Matematika) yang uji cobanya adalah siswa-siswi SMAN 1 Bangorejo Banyuwangi kelas XII jurusan IPA. Seperti pada gambar 3, start awal ada di *scene 1* yang terdiri dari 2 misi yang bisa dipilih salah satu oleh *player* untuk menyelesaikan game, jika *player* memilih misi-1 maka ada tiga skenario yang telah disiapkan disini *player* bisa memilih soal soal dari materi yang disenangi, ada tiga pilihan materi dan disetiap skenario untuk bisa menyelesaikan maka harus mampu menjawab soal dengan mendapatkan skor nilai tertentu. Skor yang didapatkan di *scene 1* ini nanti digunakan untuk memunculkan soal di *scene 2*, jika *player* mendapatkan nilai ≥ 90 maka pada *scene 2* akan otomatis menemukan skenario dengan soal yang sesuai dengan kemampuan *player* yaitu soal dengan kategori sulit, jika *player* mendapatkan nilai ≥ 75 maka pada *scene 2* akan otomatis menemukan skenario dengan soal yang sesuai dengan kemampuan *player* yaitu soal dengan kategori sedang, jika *player* mendapatkan nilai ≥ 60 maka pada *scene 2* akan otomatis menemukan skenario dengan soal yang sesuai dengan kemampuan *player* yaitu soal dengan kategori mudah,. Soal yang diberikan dalam penelitian ini, diskenariokan seperti yang tergambar pada gambar 3.



Gambar 3. Skenario

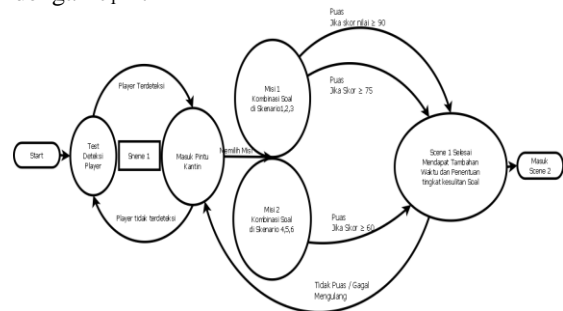
Kemudian kalau digambarkan di FSM seperti di gambar 4. (Jason Brownlee, 2002)

Sedangkan perancangan FSM aturan memilih misi di *scene 1* adalah :

If *player* pilih misi 1 || misi 2 || jenis soal dengan c_1

dan aturan untuk naik dan turunnya c_1 adalah :

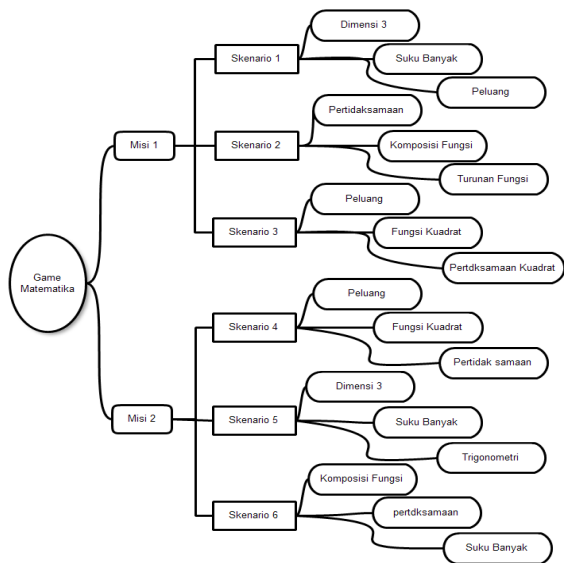
1. If skor nilai ≤ 60 then kembali pilih misi
2. If $60 \leq$ nilai skor ≤ 75 then di *scene 2* jenis soal dengan $c_1= 4$
3. If $75 \leq$ nilai skor ≤ 90 then di *scene 2* jenis soal dengan $c_1= 6$
4. If skor nilai ≥ 90 then di *scene 2* jenis soal dengan $c_1= 7$



Gambar 4. FSM Skenario

2.2 Pengelompokan Skenario

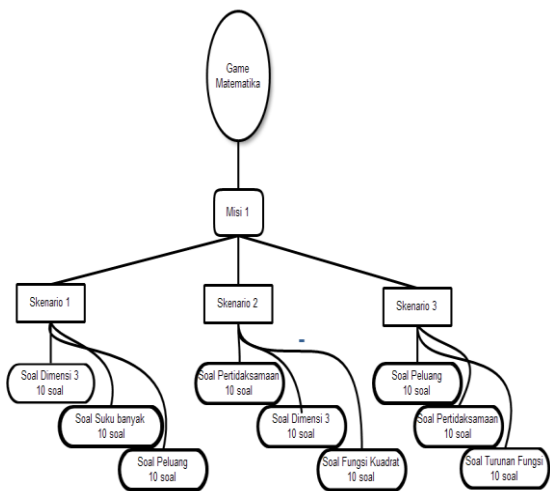
Skenario dibagi dalam 2 misi yang masing dengan tingkat kesulitan tertentu.



Gambar 5. Cakupan Materi

2.3 Skenario misi-1

Pengelompokan skenario yang digunakan untuk misi-1 menggunakan soal matematika dengan cakupan materi seperti yang terlihat pada gambar. 6 dan tabel 1



Gambar 6. Cakupan Materi Misi-1

2.3.1 Cakupan Materi Misi-1 di Skenario-1 Soal Dimensi 3

Hasil Pengujian soal dimensi 3 terhadap siswa terlihat pada Tabel .1 dibawah ini

Tabel 1. Hasil Pengujian Soal Dimensi 3

No PST	No Soal									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
2	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
3	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1
4	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
5	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1

6	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
7	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
8	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
9	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1
10	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
11	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
12	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
13	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
14	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
15	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0
16	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
17	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
18	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
19	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
20	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1
21	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
22	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
23	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
24	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
25	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1
26	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
27	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
28	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
30	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
31	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
32	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
33	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
34	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1
35	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1

Dari hasil pengujian diatas, soal yang ada dikelompokkan menjadi 3 yaitu mudah, sedang dan sulit dengan rumus jarak *Euclidian* . Untuk menentukan kriteria tingkat kesulitan soal menggunakan :

$$(TS) = \frac{\alpha}{\beta} \tag{1}$$

TS : Tingkat Kesukaran
 α :Siswa Menjawab Benar
 β :Jumlah Peserta Tes

dengan ketentuan :

- 0,00 - 0,30 = Soal Sukar
- 0,31 - 0,70 = Soal Sedang
- 0,71 - 1,00 = Soal Mudah

(Suharsimi Arikunto,2005)

Sedangkan rumus jarak *Euclidian* adalah:

$$d(x,y) = |x - y|^2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \tag{2}$$

Hasil pengelompokan soal dimensi 3 adalah :

Tabel 2. Hasil Pengelompokan Soal Dimensi 3

No Soal	d1	d2	d3	kategori
1	0	6	12	e
2	12	6	0	d
3	1	7	13	e
4	5	1	7	m
5	1	5	11	e
6	8	2	4	m
7	11	5	1	d
8	6	0	6	m
9	13	7	1	d
10	5	11	17	e

Dengan :

- e = easy
- m = medium
- d = difficult
- d1 = jarak soal ke kelompok soal mudah
- d2 = jarak soal ke kelompok soal sedang
- d3 = jarak soal ke kelompok soal sulit

Untuk Pengelompokan kategori soal selengkapnya

Tabel 3. Pengelompokan kategori soal Dimensi 3

	Kode	Nilai	No	soal
MUDAH	AM1	5	1	Diketahui kubus dengan luas permukaan 96 cm ² , maka panjang diagonal ruangnya adalah
	AM2	5	3	Diketahui balok ABCD.EFGH, panjang AB = 6cm, AD = 4cm, tinggi AE = 3cm, maka luas permukaan balok tersebut ?
	AM3	5	5	Kerucut mempunyai jari-jari lingkaran bidang alas 9 cm dan tingginya 12 cm . Maka panjang garis pelukis adalah
	AM4	5	10	Diketahui silinder dengan jari-jari 6 cm, tinggi 10 cm, maka volume silinder adalah
SEDANG	ASE1	10	4	Diketahui Balok ABCD. EFGH, panjang AB = 6 cm, lebar AD = 4 cm dan tinggi AE = 3 cm, maka luas permukaan Balok adalah

SULIT	ASE2	10	6	Limas segiempat beraturan T.ABCD dengan panjang rusuk AB = 8cm dan luas permukaan limas 32(2 + V21) cm ² maka panjang rusuk sisi limas adalah
	ASE3	10	8	Luas bidang diagonal kubus yang luas permukaannya 96 cm ² adalah?
	ASU1	15	2	Diketahui volume silinder 1512 cm ³ dan tinggi silinder 8 cm, maka luas bidang alasnya adalah ...?
	ASU2	15	7	Diketahui panjang rusuk kubus ABCD.EFGH adalah 6 cm jarak titik C ke garis AG adalah
	ASU3	15	9	Diketahui limas segi enam beraturan T.ABCDEF dengan panjang rusuk AB = 3cm dan rusuk TA =

Soal Peluang

Hasil pengelompokan soal peluang terlihat pada Tabel 4 :

Tabel.4. Hasil Pengelompokan Soal Peluang

No Soal	d1	d2	d3	Kategori
1	14	19	21	e
2	19	18	16	d
3	15	18	22	e
4	18	19	19	e
5	17	16	12	m
6	14	14	19	m
7	14	16	17	e
8	19	19	17	d
9	21	22	18	d
10	13	16	16	e

Untuk Pengelompokan kategori soal selengkapnya terlihat pada Tabel 5 :

Tabel 5. Pengelompokan Soal Peluang

	Kode	Nilai	No	Soal
MUDAH	BM1	5	1	Jika dibentuk bilangan 3 angka dari angka 2, 3, 7, dan 8 maka banyaknya bilangan yang dapat dibentuk adalah

	BM2	5	3	Dari 10 orang anggota suatu himpunan dipilih 4 orang, maka banyak cara pemilihan adalah
	BM3	5	4	Sebuah dadu di lempar satu kali, maka peluang muncul mata dadu 3 atau lebih
	BM4	5	7	Banyaknya bilangan antara 2000 dan 6000 yang dapat di susun dari angka 0,1,2,3,4,5,6,7, dan tidak ada angka yang sama adalah
	BM5	5	10	Banyak cara 5 orang untuk menempati 2 buah kursi yang tersedia adalah
SEDANG	BSE1	10	5	Peluang anak terjangkit TBC adalah 0,02. Dari 1000 anak, yang tidak terjangkit TBC berjumlah
	BSE2	10	6	Sebuah dadu dilempar 10X, maka Frekuensi harapan muncul mata dadu prima adalah..
SULIT	BSU1	15	2	Dua dadu di lempar bersama sekali. Peluang munculnya jumlah dadu sama dengan 7 atau 10 adalah....
	BSU2	15	8	Dari 5 pria dan 3 wanita akan di pilih 3 orang secara acak, Peluang bahwa yang ter pilih pria lebih banyak dari wanita adalah
	BSU3	15	9	Suatu keluarga merencanakan punya 5 anak. Peluang mendapatkan paling sedikit 3 anak laki-laki adalah...

Soal Pertidaksamaan Kuadrat

Hasil pengelompokan soal pertidaksamaan kuadrat adalah di Tabel .6 :

Tabel 6. Hasil pengelompokan soal pertidaksamaan kuadrat

No Soal	d1	d2	d3	Kategori
1	16	14	17	m
2	18	16	15	d
3	16	14	11	d
4	15	15	18	m
5	17	14	17	m
6	15	15	18	m
7	14	16	17	e
8	20	19	17	d
9	15	16	18	e
10	23	20	16	d

Untuk Pengelompokan kategori soal pertidaksamaan kuadrat selengkapnya terlihat pada Tabel 7

Tabel .7. Pengelompokan soal Selengkapnya

	Kode	Nilai	No	soal
MUDAH	CM1	5	7	Garis singgung pada kurva $y = x^2 - 4x + 3$ di titik $(1,0)$ adalah
	CM2	5	9	Himpunan penyelesaian per tidak samaan kuadrat $x^2 - 5x + 4 > 0$ adalah
SEDANG	CSE1	10	1	Penyelesaian dari $3x + 2 > 6x + 5$ adalah
	CSE2	10	4	Sumbu simetri parabola $y = x^2 - 5x + 3$ diperoleh pada garis
	CSE3	10	5	Diketahui sistem persamaan : $5x + y = -2$ dan $2x + 3y = 7$, Himpunan Penyelesaiannya...
	CSE4	10	6	Persamaan garis inggung pada kurva $y = -2x + 6x + 7$ yang tegak lurus garis $x - 2y + 13 = 0$ adalah
SULIT	CSU1	15	2	Pertidaksamaan $x^2 - 7x + 10 > 0$ memiliki penyelesaian...
	CSU2	15	3	Akar-akar persamaan kuadrat $x^2 + x - 12 = 0$ adalah
	CSU3	15	8	Himpunan penyele saian sistem per -samaan linear : $x + 2y - z = 2$, $2x - 2y + z = 1$ dan $x -$

			$y - 2z = 3$, adalah
CSU4	15	10	Persamaan garis singgung kurva $y = x$ di titik pada kurva dengan absis 2 adalah

Dengan

- AM1 : Kelompok A, soal mudah ke 1
- ASE1: Kelompok A, soal sedang ke 1
- ASU1: Kelompok A, soal sulit ke 1
- BM1 : Kelompok B, soal mudah ke 1
- BSE1: Kelompok B, soal sedang ke 1
- BSU1: Kelompok B, soal sulit ke 1
- CM1 : Kelompok C, soal mudah ke 1
- CSE1: Kelompok C, soal sedang ke 1
- CSU1: Kelompok C, soal sulit ke 1

2.3.2 Cakupan Materi Misi-1 di Skenario-2

Pada misi 1 skenario 2 terdapat Soal dengan materi Pertidaksamaan Kuadrat, Soal Dimensi 3 dan Soal Persamaan Kuadrat

2.3.3 Cakupan Materi Misi-1 di Skenario-3

Pada misi 1 skenario 3 terdapat Soal dengan materi Soal Peluang, Soal Pertidaksamaan Kuadrat Dan Soal Turunan Fungsi

Untuk menunjukkan variabel acak dari masing-masing materi, maka dibuat kategori kombinasi soal untuk setiap materi dan disediakan 10 soal pada masing-masing kategori dan kombinasi kesulitan soal (AM1 – ASU4, BM1-BMSU4, CM1- CSU4)

1. Soal mudah

Merupakan jenis soal mudah dengan skor nilai dari masing-masing soal hanya 5.

2. Soal Sedang

Merupakan jenis soal sedang dengan skor nilai dari masing-masing soal 10,

3. Soal Sulit

Merupakan jenis soal sulit dengan skor nilai dari masing-masing soal adalah 15,

2.4 Algoritma Particle Swarm Optimization

2.4.1 Perhitungan nilai Sum of Squared-Error (SSE).

SSE diterjemahkan sebagai penjumlahan nilai kuadrat dari jarak data dengan pusat cluster. SSE dinyatakan dengan rumus berikut :

$$SSE = \sum_{i=1}^n (d)^2 \quad (3)$$

dimana, d adalah jarak antara data dengan pusat klaster .

Dalam penelitian ini, SSE merupakan *fitness function* yang akan dicari nilainya dalam algoritma clustering. SSE inilah yang akan dicari

nilai optimalnya (minimum) dengan menggunakan algoritma PSO.

2.4.2 Particle Swarm Optimization

Metode ini di gunakan pada pemilihan skenario Game Pendidikan ini karena punya kelebihan antara lain

- a) Jumlah particle (dianggap sama dengan jumlah soal pada skenario) dengan rangnya 20 - 50.
- b) Dimensi dari particle (soal) sesuai
- c) Faktor learning untuk particle, *faktor learning* untuk *swarm* sama yaitu 2. Tetapi biasanya dan berada diantara range [0, 4]. (Maickel Tuegeh, Soeprijanto, Mauridhi H Purnomo,2009).
- e) Kondisi berhenti jika mencapai nilai iterasi maksimum dan perulangan telah mencapai nilai optimum atau minimum error yang diinginkan.

Sedangkan model matematika yang menggambarkan mekanisme *updating* status partikel (Kennedy and Eberhart, 1995).

$$V_i(t) = V_i(t-1) + c_1 r_1 (X^L_i - X_i(t-1)) + c_2 r_2 (X^G - X_i(t-1)) \quad (4)$$

$$X_i(t) = V_i(t) + X_i(t-1) \quad (5)$$

Dimana

$X^L_i = x^L_{i1}, x^L_{i2}, \dots, x^L_{iN}$ merepresentasikan local best dari partikel ke-i.

Sedangkan

$$X^G = x^G_1, x^G_2, \dots, x^G_N$$

merepresentasikan global best dari seluruh kawanan.

Untuk c_1 dan c_2 adalah suatu konstanta yang bernilai positif yang biasanya disebut sebagai *learning factor*. Kemudian r_1 dan r_2 adalah suatu bilangan random yang bernilai antara 0 sampai 1.

2.4.3 Inertia weight

Ini digunakan karena dalam implementasi nya, ditemukan bahwa kecepatan partikel dalam PSO standard diupdate terlalu cepat dan nilai optimum fungsi tujuan yang dicari sering terlewat. Karena itu kemudian dilakukan modifikasi atau perbaikan terhadap algoritma PSO standard. Perbaikan itu berupa penambahan suatu term *inertia weight* (w) untuk mengurangi kecepatan pada formula pada update kecepatan.

Di algoritma particle swarm optimization keseimbangan antara kemampuan eksplorasi global dan local secara utama di kontrol oleh inertia weight dan merupakan parameter penurunan kecepatan untuk menghindari stagnasi particle di lokal optimum. Parameter *inertia weight* (W) digabungkan dengan *sosial part* di dalam algoritma

PSO standar. (Nanik Utami, Budisantoso, Budi Santosa, 2009).

Secara matematis perbaikan ini bisa ditulis:

$$V_j(i) = wv_j(i-1) + c_1r_1[P_{bestj} - x_j(i-1)] + c_2r_2[G_{best} - x_j(i-1)] \quad (6)$$

dengan

- R_1 dan R_2 : Nilai Random antara [0,1]
- C_1 dan c_2 : Konstanta (particle , swarm)
- P_{bestj} : nilai rata rata data Cluster
- G_{best} : nilai rata rata Semua Solusi
- x_i : data ke I
- w : Kostanta *Inersia*
- i : 1,2,...dimensi
- t : iterasi
- j : 1, 2, ...,N

Bobot inersia ini diusulkan oleh Shi and Eberhart [1998].

Selanjutnya persamaan tersebut dimasukkan dalam Game untuk simulasi pada pemilihan jenis skenario (memilih Misi dalam game)

2.4.4 WinGen 3

Software ini digunakan untuk generator pembangkit bilangan acak yang digunakan untuk memunculkan soal baik di misi 1 maupun misi 2. (Han, Hamelton, 2010)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diuji cobakan enam skenario pada *scene 1* untuk mengetahui jumlah kemunculan soal kategori mudah, sedang dan sulit yang bisa dipilih pada setiap misi dengan c_1 dan c_2 tertentu dan diujikan pula naik turunnya tingkat kesulitan soal pada *scene* berikutnya (Anik Vega Vitianingsih, Supeno Mardi S. N, Mochammad Hariadi, 2011).

3.1 Frekuensi Kemunculan Jenis Soal Pada Scene 1

Frekuensi kemunculan jenis soal pada tiap *Scene* digunakan sebagai acuan untuk mengetahui jenis soal kategori apa yang sering muncul atau keluar. Pengujian dilakukan dengan software Wingen versi 3.

3.1.1 Frekuensi Kemunculan Jenis Soal Pada masing masing Skenario di *scene 1*

Percobaan skenario1 diuji cobakan tiga distribusi untuk $c_1=3$ dan $c_2=1$, $c_1=5$ dan $c_2=1$ dan untuk $c_1=7$ dan $c_2=1$, diantaranya:

a. Percobaan-1 untuk $c_1=3$ dan $c_2=1$ Dari 10 kali percobaan dengan menggunakan pembangkit kemunculan soal acak software Wingen versi 3 ada di Tabel 8

Tabel 8. Percobaan-1 untuk $c_1=3$ dan $c_2=1$

Kode Soal	Frekuensi
AM1	3
AM2	24
AM3	41
AM4	24
ASE1	7
ASE2	1
ASE3	0
ASU1	0
ASU2	0
ASU3	0

Tabel 8 menjelaskan frekuensi kemunculan jenis soal pada skenario dengan 10 kali percobaan untuk $c_1=3$ dan $c_2=1$, muncul soal dengan kategori AM1 sampai dengan ASE2. Frekuensi kemunculan jenis soal AM1=3, AM2=24, AM3=41 AM4=24 dan ASE1=7, ASE2=1 Nilai $c_1=3$ dan $c_2=1$ tersebut digunakan untuk menentukan naik turunnya c_1 pada *scene* berikutnya berdasarkan skor nilai yang dihasilkan.

b. Percobaan-2 untuk $c_1=5$ dan $c_2=1$ Dari 10 kali percobaan dengan menggunakan pembangkit kemunculan soal acak software Wingen versi 3 ada di Tabel 9

Tabel 9. Percobaan-2 untuk $c_1=5$ dan $c_2=1$

Kode Soal	Frekuensi
AM1	0
AM2	0
AM3	7
AM4	32
ASE1	32
ASE2	22
ASE3	6
ASU1	1
ASU2	0
ASU3	0

Tabel 9 menjelaskan frekuensi kemunculan jenis soal pada skenario dengan 10 kali percobaan untuk $c_1=5$ dan $c_2=1$, muncul soal dengan kategori AM3 sampai dengan ASU1. Frekuensi kemunculan jenis soal AM3=7, AM4=32, ASE1=32 ASE2=22 dan ASE3=6, ASU1=7 Nilai $c_1=3$ dan $c_2=1$ tersebut digunakan untuk menentukan naik turunnya c_1 pada *scene* berikutnya berdasarkan skor nilai yang dihasilkan.

c. Percobaan-3 untuk $c_1=7$ dan $c_2=1$ Dari 10 kali percobaan dengan menggunakan pembangkit

kemunculan soal acak software Wingen versi 3 ada di Tabel.10

Tabel.10. Percobaan-3 untuk $c_1=7$ dan $c_2=1$

Kode Soal	Frekuensi
AM1	0
AM2	0
AM3	0
AM4	0
ASE1	6
ASE2	25
ASE3	40
ASU1	19
ASU2	9
ASU3	1

Tabel 10 menjelaskan frekuensi kemunculan jenis soal pada skenario dengan 10 kali percobaan untuk $c_1=3$ dan $c_2=1$, muncul soal dengan kategori ASE1 sampai dengan ASU3. Frekuensi kemunculan jenis soal ASE1=6, ASE2=25, ASE3=40 ASU1=19 dan ASU2=9, ASU3=1 Nilai $c_1=3$ dan $c_2=1$ tersebut digunakan untuk menentukan naik turunnya c_1 pada scene berikutnya berdasarkan skor nilai yang dihasilkan.

3.2 Menaikkan dan Menurunkan Tingkat Kesulitan soal di Scene 2

Setelah player memilih Skenario di scene 1 dan mengerjakan soal dengan tingkat kesulitan sedang maka dari hasil yang diperoleh itulah Tingkat Kesulitan soal bisa dinaikan atau diturunkan di Scene 2.

- Percobaan 1 diberikan soal dengan tingkat kesulitan sedang dengan $c_1=5$ dan $c_2=1$, dengan kemunculan soal seperti pada table.10. Jika hasil yang dicapai ≤ 60 maka player di anggap gagal dan harus mengulang dengan memilih materi lain yang disukainya
- Percobaan 2 diberikan soal dengan tingkat kesulitan sedang dengan $c_1=5$ dan $c_2=1$, seperti pada table.10. Jika hasil yang dicapai ≥ 60 dan ≤ 75 maka player di anggap berkemampuan sedikit dibawah sedang sehingga pada Scene 2 diberi soal dengan kriteria $c_1= 4$ dan $c_2=1$.
Jika hasil yang dicapai ≥ 75 dan ≤ 90 maka player di anggap berkemampuan sedikit diatas sedang sehingga pada Scene 2 diberi soal dengan kriteria $c_1= 6$ dan $c_2=1$.
- Percobaan 3 diberikan soal dengan tingkat kesulitan sedang dengan $c_1=5$ dan $c_2=1$, seperti pada table.10. Jika hasil yang dicapai ≥ 90 maka player di anggap berkemampuan pandai sehingga pada Scene 2 diberi soal dengan kriteria $c_1= 7$ dan $c_2=1$.

4. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa :

- Penggunaan Algoritma PSO yang di modifikasi pada pemilihan misi pada sebuah game matematika diharapkan dapat membantu *player* menjadi lebih cepat menyelesaikan misi tersebut.
- Penggunaan Algoritma PSO yang di modifikasi dapat memunculkan jenis soal yang beragam dan bisa dipilih untuk dikerjakan sesuai dengan kemampuan dan minat *player* (siswa) pada scene berikutnya sehingga skenario game menjadi lebih dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S, Abdul C. S. (2005) "Evaluasi Program Pendidikan". Bumi Aksara
- Eberhart, R. C., and Kennedy, J. (1995). A new optimizer using particle swarm theory. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science*, Nagoya, Japan, 39-43. Piscataway, NJ: IEEE Service Center.
- Han, K. T., & Hambleton, R. K. (2007). User's Manual: WinGen (*Center for Educational Assessment Report No. 642*). Amherst, MA: University of Massachusetts, School of Education.
- Ian Millington. (2006). "Artificial Intelligence for Games". Morgan Kaufmann Publisher Inc.
- Jason Brownlee. (2002). *Finite State Machine(fsm)*. Diakses pada 30 Januari 2012 dari <http://ai-depot.com/FiniteStateMachines/FSM-Conclusion.html>.
- Shi, Y. and Eberhart, R. C. (1998b). A modified particle swarm optimizer. *Proceedings of the IEEE International Conference on Evolutionary Computation*, 69-73. Piscataway, NJ: IEEE Press.
- Tuegeh. M, Soeprijanto, Purnomo.M.H. (2009). "Modified Improved Particle Swarm Optimization for Optimal Generator Scheduling".
- Utami N, Santoso. B, Santosa. B, "Aplikasi Metode Particle Swarm Optimization (PSO) Dalam Clustering (Studi Kasus : Penentuan Karakteristik Segmentasi Pasar Pulsa Di Surabaya Timur)", 2009.
- Vitianingsih. A.V, Mardi Supeno S. N, Hariadi Mochammad. (2011). *Distribusi Gaussian Untuk Dinamik Skenario Game Menggunakan Metode Box Muller*, Proceeding on The 12th Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (SITIA), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.