

## BAB IV

### SIMULASI DAN ANALISIS

Bab ini akan menjalankan simulasi untuk tiga buah algoritma yang sudah ada, yaitu yang sudah dikembangkan sampai dengan fase spread, parallel Niche, dan penggunaan Robot Utama kemudian dilakukan analisa dari data hasil simulasi. Untuk selanjutnya algoritma yang sudah menggunakan fase spread disebut sebagai algoritma satu, algoritma yang sudah menggunakan parallel Niche disebut sebagai algoritma dua, dan algoritma yang sudah menggunakan Main robot disebut sebagai algoritma tiga.

#### 4.1 Cara Percobaan

Pada tahap ini akan diterangkan cara penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang dicari. Yang ingin dicari tahu adalah:

- Apakah benar algoritma dua lebih baik dari algoritma satu ?
- Apakah benar algoritma tiga lebih baik dari algoritma dua ?

##### 4.1.1 Perbandingan Algoritma Satu Dengan Algoritma Dua

Pada subbab ini akan dijelaskan metode percobaan dimana hasilnya diharapkan dapat menjadi bukti bahwa algoritma dua lebih baik dari algoritma satu. Berikut ini adalah tabel yang berisi nilai-nilai setiap variable yang ada pada simulasi untuk percobaan yang dilakukan:

**Tabel 4.1.1 Konfigurasi Parameter Robot Netral**

<b>Initial Gbest</b>	<b>Contruksi Factor</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>Maximum Velocity</b>	<b>Closing Range</b>
0 ppm	0.5	5	5	0.5	0.25

Tabel 4.1.2 Konfigurasi Parameter Robot Bermuatan

<b>Q</b>	<b>R Core</b>	<b>R Limit</b>
1 coulomb	0.5 m	1 m

Tabel 4.1.3 Lokasi Sumber Gas Untuk Area Pencarian 5x5 m

<b>Sumber Gas</b>	<b>Koordinat (x,y)</b>
<b>Sumber 1</b>	(1,1)
<b>Sumber 2</b>	(1,2)
<b>Sumber 3</b>	(2,1)
<b>Sumber 4</b>	(3,2)
<b>Sumber 5</b>	(4,4)

Tabel 4.1.4 Lokasi Sumber Gas Untuk Area Pencarian 10x10 m

<b>Sumber Gas</b>	<b>Koordinat (x,y)</b>
Sumber 1	(1,4)
Sumber 2	(2,5)
Sumber 3	(3,6)
Sumber 4	(4,7)
Sumber 5	(5,8)
Sumber 6	(6,7)

Tabel 4.1.5 Jumlah Robot

	Algoritma 1	Algoritma 2
<b>Jumlah kelompok pencarian</b>	1	4 niche
<b>Jumlah robot bermuatan</b>	20 buah	5 buah untuk setiap niche
<b>Jumlah robot netral</b>	20 buah	5 buah untuk setiap niche

Wind			
Wind Dumping	1	Disp Sigma X	1
Wind Bandwidth	1	Disp Sigma Y	1
Wind Gain	3	Disp Sigma Z	0
Wind Speed X	0.5	Puff Growth Rate	0.01
Wind Speed Y	0	Odor Num/Sec	10
Wind Speed Z	0	Timer Ratio	100

Gambar 4.1.1 Nilai Variabel Untuk Pergerakan Angin

Tabel 4.1.6 Lamanya Iterasi Untuk Fase critical dan Spread

Critical Step	Spread Step
5 iterasi	10 iterasi

Tabel 4.1.7 Kombinasi Percobaan

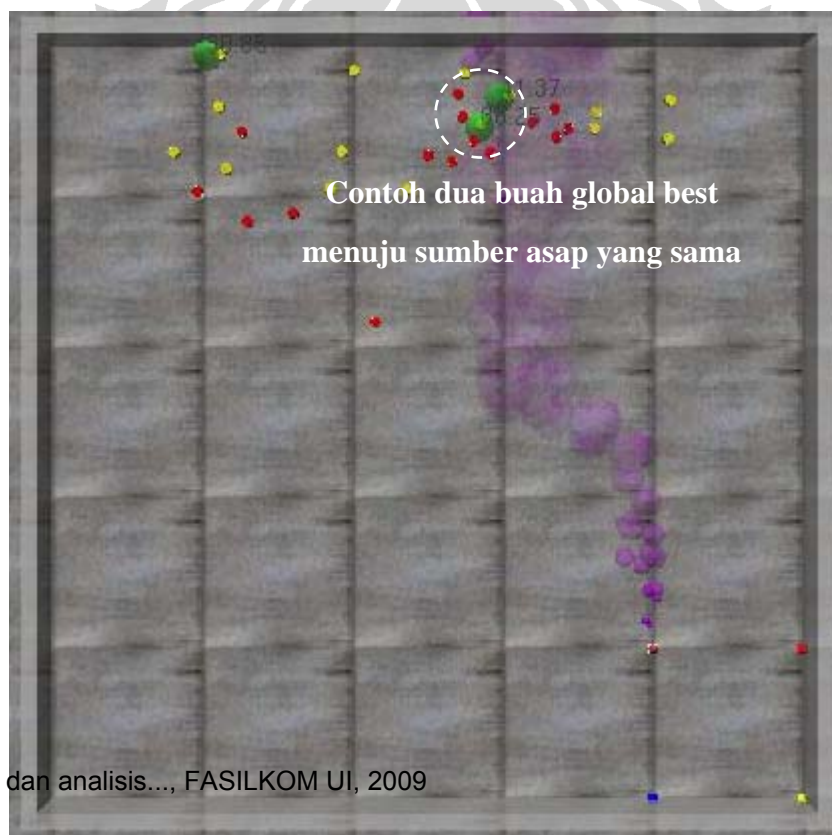
Luas Area Yang Dicari	Jumlah Sumber Gas Yang Dicari
5 m <sup>2</sup> , 10 m <sup>2</sup>	3 sumber, 5 sumber

Banyaknya kombinasi yang dijalankan adalah  $\sum \text{variasiLuasArea} \times \sum \text{variasiSumberGas} = 2 \times 2 = 4$  kombinasi. Setiap kombinasi dilakukan percobaan sebanyak 5 kali sehingga banyaknya data yang diperoleh adalah jumlah kombinasi x banyaknya percobaan =  $4 \times 5 = 20$  data.

Dari empat buah kombinasi percobaan yang dilakukan akan dilihat apakah algoritma dua selalu lebih cepat menutup sumber gas dibandingkan algoritma satu.

#### 4.1.2 Perbandingan Algoritma Dua Dengan Algoritma Tiga

Sebenarnya algoritma dua sudah bisa menemukan sumber gas dengan baik namun dari percobaan yang dilakukan terlihat ada keadaan dimana proses pencarian terlihat tidak efisien. contohnya adalah ada lebih dari satu global best yang menuju sumber gas yang sama seperti gambar di bawah ini.



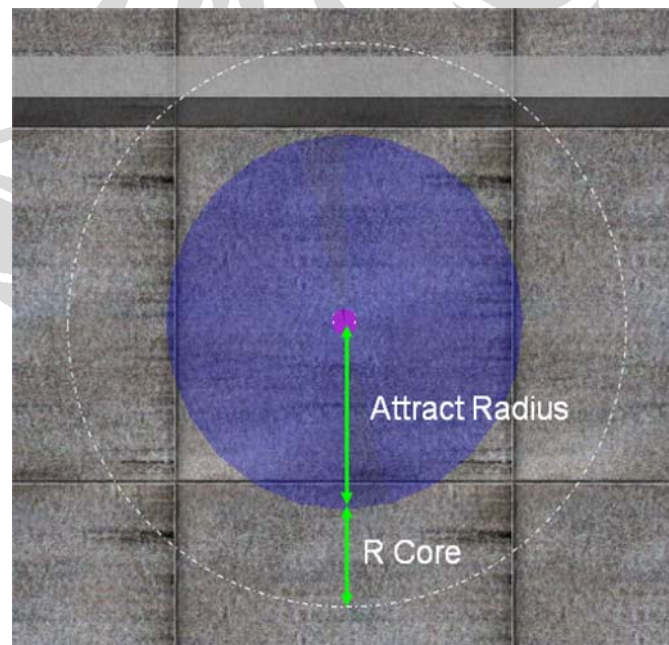
Universitas Indonesia

### Gambar 4.1.2 Dua Niche Menuju Sumber Gas Yang Sama

Gambar 4.1.1 adalah contoh yang membuat dikembangkannya metode lanjutan dengan menggunakan robot kepala untuk setiap Niche. Robot kepala itu sendiri memiliki perilaku sebagai berikut:

Robot Utama memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Mempunyai gaya tolak-menolak antar robot utama
2. Mempunyai area ketertarikan
3. Hanya memiliki informasi local best

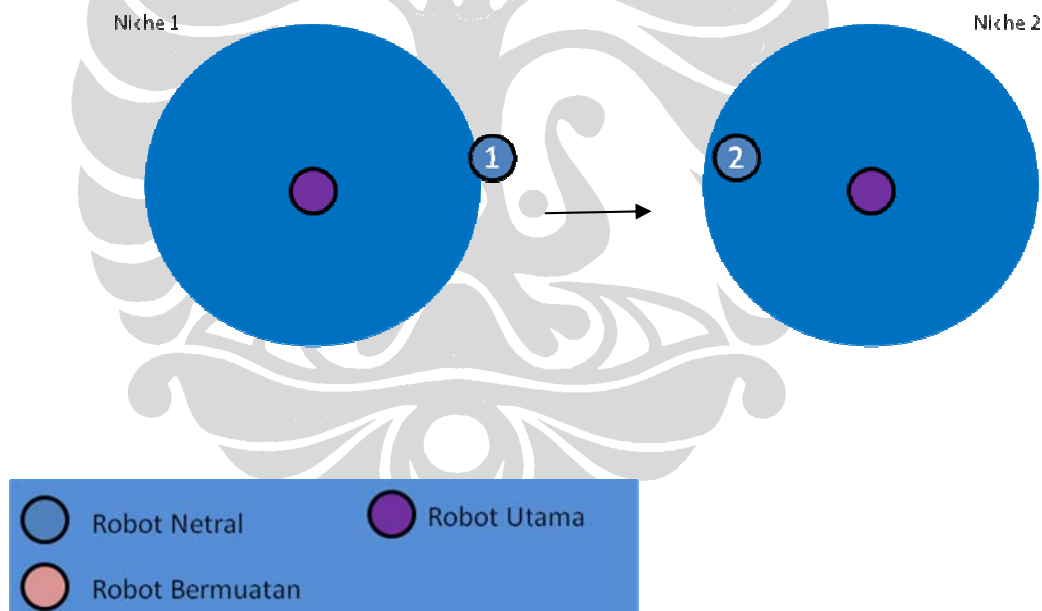


Gambar 4.1.3 Area Robot Utama

Gaya tolak-menolak antar robot utama adalah sebuah cara untuk menghindari kasus dimana ada dua buah kelompok atau lebih menuju ke sumber yang sama seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.1

Robot utama mempunyai area ketertarikan dimana robot netral atau bermuatan dari niche lain yang memasuki area ini akan menjadi anggota niche robot utama ini. Dengan kata lain, robot netral atau bermuatan tersebut berpindah keanggotaan atau draft. Robot utama tidak dapat berpindah keanggotaan, dan jumlah robot utama untuk setiap niche adalah 1. Radius area ketertarikan dapat diubah-ubah melalui GUI. Tetapi radius area ketertarikan tidak dapat diubah di tengah-tengah simulasi sedang berlangsung.

Berikut ini adalah contoh perpindahan anggota:



**Gambar 4.1.4 Proses Sebuah Robot berpindah Kelompok**

Pada subbab ini akan dijelaskan metode percobaan dimana hasilnya diharapkan dapat menjadi bukti bahwa algoritma tiga lebih baik dari algoritma dua. Pada perbandingan algoritma dua dengan tiga ini tetap menggunakan data dari Gambar 4.1.1, Tabel 4.1.1,

Tabel 4.1.2, dan Tabel 4.1.6. Selain data tersebut perbandingan ini menggunakan total robot netral yang ada di simulasi adalah 10 dan total robot bermuatan juga 10.

Karena total robot yang digunakan adalah 10 netral dan 10 bermuatan maka untuk percobaan ini yang menggunakan niche 2 dan 5 maka robot anggota untuk setiap niche adalah:

**Tabel 4.1.8 Jumlah Robot Untuk Setiap Niche**

	Algoritma dua		Algoritma tiga	
	Niche 2	Niche 5	Niche 2	Niche 5
Robot bermuatan	5 robot/niche	2 robot/niche	5 robot/niche	2 robot/niche
Robot netral	5 robot/niche	2 robot/niche	5 robot/niche	2 robot/niche
Robot utama	0	0	1 robot/niche	1 robot/niche

**Tabel 4.1.9 Lokasi Sumber Gas Untuk Area 10x10 dan 12x12**

Sumber Gas	Koordinat (x,y)
Sumber 1	(6,5)
Sumber 2	(5,7)
Sumber 3	(5,3)
Sumber 4	(4,9)
Sumber 5	(4,1)
Sumber 6	(3,5)

**Tabel 4.1.10 Kombinasi Percobaan**

Luas Area Yang Dicari	Jumlah Niche
10 m <sup>2</sup> , 12 m <sup>2</sup>	2 Niche, 5 Niche

Banyaknya kombinasi yang dijalankan adalah  $\sum \text{variasiLuasArea} \times \sum \text{variasiNiche} = 2 \times 2 = 4$  kombinasi.

Dari 4 buah kombinasi percobaan yang dilakukan akan dilihat apakah algoritma dua selalu lebih cepat menutup sumber gas dibandingkan algoritma tiga.

#### 4.2 Hasil Perbandingan Algoritma Satu Dengan Dua

Berikut ini adalah data yang diperoleh dari hasil simulasi:

**Tabel 4.2.1 Hasil Ujicoba Algoritma Satu**

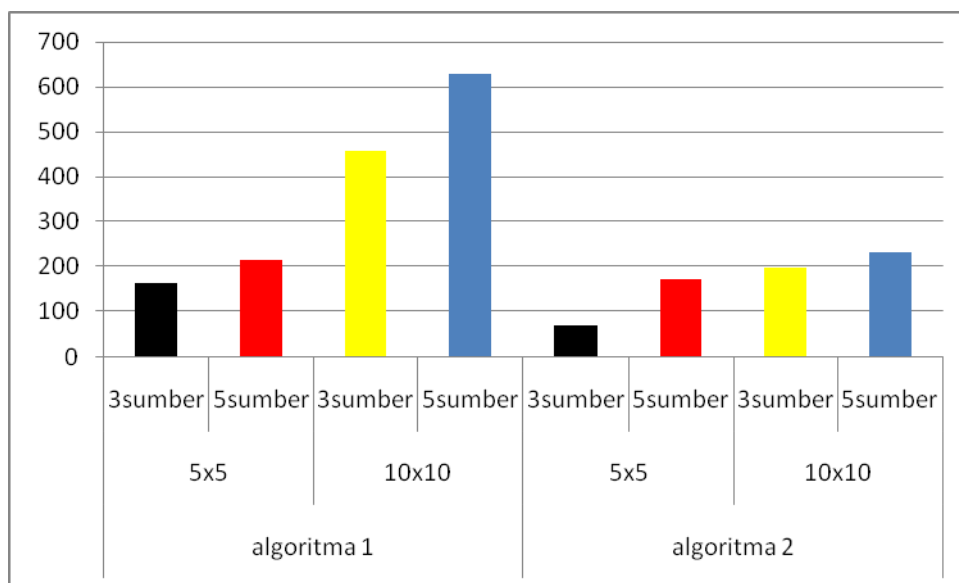
Ujicoba ke-	Ujicoba algoritma 1			
	5 m <sup>2</sup>		10 m <sup>2</sup>	
	3 sumber	5 sumber	3 sumber	5 sumber
1	150	236	489	613



2	166	160	435	638
3	173	247	458	619
4	154	213	442	624
5	164	219	469	651
Rata-rata	161.4	215	458.6	629

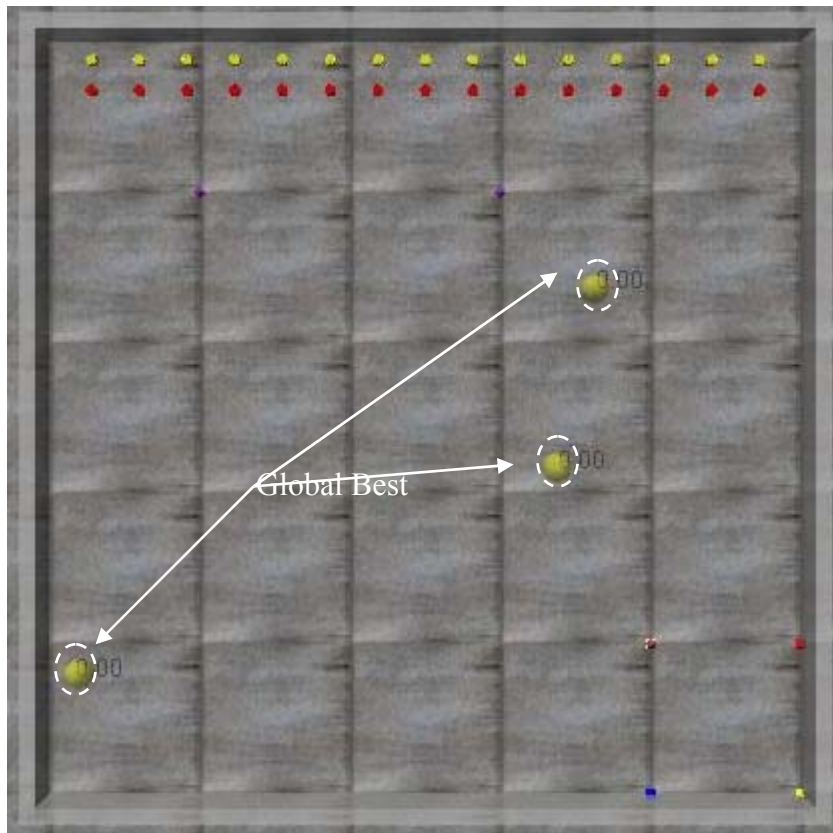
**Tabel 4.2.2 Hasil UJicoba Algoritma Dua**

Ujicoba ke-	Ujicoba algoritma 2			
	5 m <sup>2</sup>		10 m <sup>2</sup>	
	3 sumber	5 sumber	3 sumber	5 sumber
1	63	172	187	284
2	71	160	203	202
3	69	169	195	221
4	54	171	191	201
5	80	179	207	246
Rata-rata	67.4	170.2	196.6	230.8



**Gambar 4.2.1 Grafik dari Data Hasil Simulasi**

Dari grafik di atas terlihat bahwa untuk 4 buah kondisi yang dicoba ternyata algoritma dua lebih cepat untuk menutup sumber gas. Hal itu terjadi karena pada algoritma dua global best tidak hanya satu sehingga dalam waktu yang bersamaan dapat menuju sumber gas yang berbeda (ada paralel dalam bekerja mencari sumber gas) sedangkan pada algoritma satu hanya terdapat satu global best yang menjadi acuan seluruh robot bergerak. Untuk algoritma satu ada kemungkinan global best berganti-ganti arah sumber gas yang dituju bila ada dua atau lebih sumber gas yang asapnya bergerak ke arah rombongan robot yang mencari pada saat yang bersamaan sehingga makin memperlama pencarian sumber gas.



**Gambar 4.2.2 Posisi Awal Global best**

Gambar 4.2.2 adalah contoh kondisi awal untuk algoritma dua. Di sana terlihat ada ‘bola kuning besar’ sebanyak tiga buah, itu semua adalah *global best* yang dimiliki bila menggunakan niche sebanyak tiga. Nantinya ketiga *global best* itu akan bergerak ke arah sumber gas terdekat darinya. Untuk algoritma satu hanya terdapat satu buah ‘bola kuning besar’ untuk total robot berapa pun.

### 4.3 Hasil Perbandingan Algoritma Dua Dengan Tiga

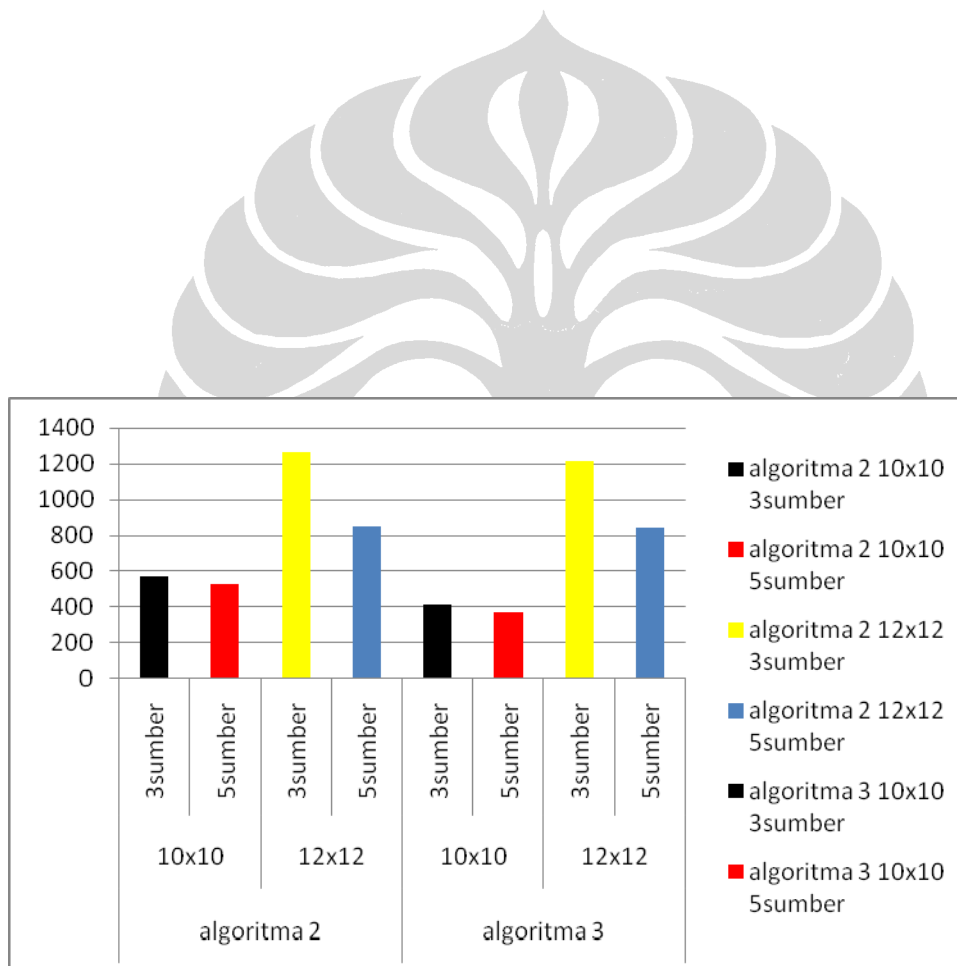
**Tabel 4.3.1 Hasil Ujicoba Algoritma Dua**

Ujicoba ke-	Ujicoba algoritma 2			
	10 m <sup>2</sup>		12 m <sup>2</sup>	
	2 Niche	5 Niche	2 Niche	5 Niche
1	549	516	1167	855
2	586	534	1097	843
3	-	-	1231	-
Rata-rata	567.5	525	1265.33	849

**Tabel 4.3.2 Hasil Ujicoba Algoritma Tiga**

Ujicoba ke-	Ujicoba algoritma 3			
	10 m <sup>2</sup>		12 m <sup>2</sup>	
	2 Niche	5 Niche	2 Niche	5 Niche

1	475	316	1423	849
2	346	421	1283	831
3	-	-	948	-
Rata-rata	410.5	368.5	1231	840



**Gambar 4.3.1 Grafik dari Data Hasil Simulasi**

Dari percobaan yang sudah dilakukan memang belum dapat angka yang menggambarkan keunggulan algoritma tiga secara signifikan.

Setelah dilakukan analisis ternyata posisi sumber gas juga berpengaruh untuk lama tidaknya sebuah sumber ditemukan karena dari percobaan dengan salah satu sumber gasnya adalah (1,1) ternyata saat terjadi rebutan untuk menutup sumber gas maka kelompok niche yang saling berebut itu pasti terpental menjauh dari sumber gas. Hal itu berbeda bila sumber gas yang direbutkan tidak di ujung maka ada kemungkinan salah satu kelompok berpindah semakin mendekati sumber gas karena arah datangnya juga tidak pasti dari depan.

Posisi awal global best setiap niche ternyata juga menentukan lamanya iterasi yang dibutuhkan. Hal itu karena posisi awal global best menentukan arah pergerakan awal dari sebuah niche yang dapat menyebabkan urutan penemuan sumber gas yang berbeda. Untuk kasus ini bila sumber gas yang tersisa berada di ujung area pencarian maka resiko berantem untuk semua niche pada algoritma 3 akan semakin besar karena semuanya menuju sumber yang sama. Perlu diketahui posisi awal sebuah *global best* pada simulasi ini tidak dapat diatur oleh *user* melainkan didapat secara *random*.

Salah satu cara yang terpikirkan untuk mengatasi masalah saling bertabrakannya dua kelompok niche atau lebih pada algoritma tiga adalah perlu ditambahkan metode adaptive untuk menentukan area ketertarikan yang dimiliki sebuah robot utama. Metode adaptive yang terpikirkan ada dua, yaitu:

- Menentukan jeda waktu dimana dua area robot utama dianggap tidak wajar untuk bertemu kembali, apabila dalam jeda waktu yang diberikan ternyata terjadi pengulangan maka area ketertarikan dari dua robot utama tersebut akan dikecilkan
- Menentukan tingkat prioritas diantara robot utama. Misalkan ada pertemuan antara dua area robot utama, maka hanya kelompok dengan nilai robot utama yang lebih kecil yang akan terpental/*spread* sedangkan kelompok dengan nilai robot utama lebih besar akan tetap menuju sumber gas yang mereka cari.

Selain itu pada simulasi untuk algoritma tiga dapat terjadi keadaan sebuah robot terguling sehingga tidak dapat berfungsi dalam proses pencarian sumber asap. Hal itu diperkirakan

karena ODE secara otomatis mencoba menggambarkan sebuah kejadian riil (robot dapat terbalik) yang disebabkan sebuah robot berganti arah pergerakannya dengan sudut yang tajam dan dalam kecepatan tinggi.

