Aplikasi Metode SOA dengan *Clustering* untuk Mencari Semua Solusi pada Sistem Persamaan Taklinear Diophantine

Selanjutnya, metode spiral dengan teknik *clustering* ini diaplikasikan pada persamaan Diophantine dan sistem persamaannya. Kasus yang diambil dari beberapa sumber telah diselesaikan dengan cara yang berbeda. Pada penilitian ini, akan dibandingkan dengan perhitungan numerik dengan metode yang diajukan.

1. Persamaan linear Diophantine

|  |  |
| --- | --- |
| Persamaan :  Domain : |  |

Solusi analitis : dan dengan

Berikut disajikan parameter yang digunakan serta hasil perhitungan numeriknya. Hasil yang diperoleh sama dengan perhitungan analitis pada domain dengan waktu komputasi 1.013876 detik*.*

Tabel 1 Parameter SOA dengan *Clustering* untuk Menyelesaikan *Problem* 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Tabel 2 Hasil Perhitungan Numerik *Problem* 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | *x* | *y* |  | No | *x* | *y* |  | No | *x* | *y* |
| 1 | 7 | 7 |  | 5 | 4 | 3 |  | 9 | 28 | 35 |
| 2 | 34 | 43 |  | 6 | 37 | 47 |  | 10 | 19 | 23 |
| 3 | 22 | 27 |  | 7 | 16 | 19 |  | 11 | 31 | 39 |
| 4 | 13 | 15 |  | 8 | 25 | 31 |  | 12 | 10 | 11 |

1. Persamaan Taklinear Diophantine

|  |  |
| --- | --- |
| Persamaan : (Luca dan Soydan, 2012)  Domain : |  |

Dalam publikasinya, Luca dan Soydan (2012) menyelesaikan dengan cara analitis dan melaporkan terdapat satu solusi untuk dengan nilai dengan syarat . Sedangkan dalam perhitungan numerik yang telah dilakukan, diperoleh hasil lebih banyak karena tidak mensyaratkan nilai dari . Perhitungan ini diselesaikan dalam waktu 21.734614 detik. Berikut adalah parameter yang digunakan serta hasil perhitungan numerik dengan menggunakan metode optimisasi spiral dan *clustering*.

Tabel 3 Parameter SOA dengan *Clustering* untuk Menyelesaikan *Problem* 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Tabel 4. Hasil Perhitungan Numerik *Problem* 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | *x* | *y* | *m* |  | No | *x* | *y* | *m* |
| 1 | 32 | 16 | 10 |  | 6 | 0 | 8 | 9 |
| 2 | 0 | 1 | 0 |  | 7 | 0 | 4 | 6 |
| 3 | 21 | 11 | 3 |  | 8 | 0 | 32 | 15 |
| 4 | 0 | 2 | 3 |  | 9 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 0 | 16 | 12 |  |  |  |  |  |

1. Persamaan Taklinear Diophantine

|  |  |
| --- | --- |
| Persamaan : (Cangul dkk, 2010)  Domain : |  |

Sebagaimana kasus No 2, didapatkan hasil lebih baik dari pada perhitungan analitis yang dilakukan oleh Cangul dkk (2010). Untuk nilai , Cangul melaporkan satu solusi yakni dengan nilai . Dengan parameter yang disajikan dalam tabel, didapatkan lima solusi dari sistem persamaan ini tanpa mensyaratkan nilai GCD ().

Tabel 5. Parameter SOA dengan *Clustering* untuk Menyelesaikan *Problem* 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Tabel 6. Hasil Perhitungan Numerik *Problem* 3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | *x* | *y* | *a* | *b* |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 2 | 4 | 0 |
| 3 | 0 | 4 | 8 | 0 |
| 4 | 7 | 3 | 5 | 0 |
| 5 | 0 | 11 | 0 | 4 |

1. Sistem Persamaan Taklinear Diophantine (Perez dkk, 2013)

Berikutnya akan dicari akar-akar dari sistem persamaan taklinear Diophantine.

|  |  |
| --- | --- |
| Domain : |  |

Tabel 7. Parameter SOA dengan *Clustering* untuk Menyelesaikan *Problem* 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Hasil perhitungan dengan nilai parameter yang disajikan pada tabel di atas serupa dengan perhitungan hitungan numerik dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) yakni (6,3,8,1,12,3) (Perez dkk, 2013). Waktu yang diperlukan untuk mendapatkan solusi dengan SPO adalah 0.398420 detik.

1. Sistem Persamaan Taklinear Diophantine (Perez dkk, 2013)

Berikutnya akan diselesaikan sistem persamaan Diophantine yang memuat 9 persamaan dan 10 variabel.

|  |  |
| --- | --- |
| Domain : |  |

Tabel 8. Parameter SOA dengan *Clustering* untuk Menyelesaikan *Problem* 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Terdapat kekeliruan penulisan pada publikasi yang ditulis Perez dkk (2013), persamaan keempat dari sistem persamaan ini seharusnya . Sehingga beberapa kali eksekusi program dengan parameter yang berbeda, diperoleh hasil yang tidak sama dengan yang dituliskan oleh Perez dkk (2013). Namun setelah persamaan keempat dikoreksi, hasil perhitungan dengan nilai parameter yang di sajikan pada tabel di atas serupa dengan perhitungan yang menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) yakni (3, 4, 5, 0, 1, 1, 1, 2, 2, 6) (Perez dkk, 2013). Perhitungan ini diselesaikan dalam waktu 14.629029 detik.

1. Persamaan Taklinear Diophantine (Abraham dkk)

Persamaan :

Domain :

Solusi pada Paper : {1, 1, 1, 2, 2, 14, 12, 12, 15}

**Hasil Eksperimen**

Parameter :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Solusi : Terdapat 84 Solusi

Waktu Komputasi : 2.510156 detik

Catatan :

* Solusi dinyatakan dalam urutan nilai terkecil – terbesar. Misal {2,3,1} ditulis {1,2,3}.
* Banyak solusi masih mungkin bertambah seiring dengan peningkatan nilai parameter seperti mcluster, kcluster, dsb.

1. Persamaan Taklinear Diophantine (Abraham dkk)

Persamaan :

Domain :

Solusi pada Paper : {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 15, 20, 18}

**Hasil Eksperimen**

Parameter :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Solusi : 96 Solusi

Waktu Komputasi : 3.231556 detik

Catatan :

* Solusi dinyatakan dalam urutan nilai terkecil – terbesar. Misal {2,3,1} ditulis {1,2,3}.
* Banyak solusi masih mungkin bertambah seiring dengan peningkatan nilai parameter seperti mcluster, kcluster, dsb.

1. Persamaan Taklinear Diophantine (Abraham dkk)

Persamaan :

Domain :

Solusi pada Paper : {2, 10}

**Hasil Eksperimen**

Parameter :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Solusi : {2, 10}

Waktu Komputasi : 0.123850 detik.

Catatan :

* Solusi dinyatakan dalam urutan nilai terkecil – terbesar. Misal {2,3,1} ditulis {1,2,3}.

1. Persamaan Taklinear Diophantine (Abraham dkk)

Persamaan :

Domain :

Solusi pada Paper : {3, 10}

**Hasil Eksperimen**

Parameter :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter *Clustering* | Parameter Optimisasi | Parameter Seleksi |
| *,* |  |  |

Solusi : {3, 10}

Waktu Komputasi : 0.087738 detik

Catatan :

* Solusi dinyatakan dalam urutan nilai terkecil – terbesar. Misal {2,3,1} ditulis {1,2,3}.