



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penelitian dalam dunia fisika dapat dipandang dari berbagai sistem kajian sesuai dengan sebab dan akibat yang akan terjadi, beberapa sistem tersebut antara lain; sistem kontinu, diskret, linier dan nonlinier. Beberapa sistem ini memiliki persamaan umum yang berbeda dalam penyelesaiannya.

Beberapa kasus dalam fisika biasanya diselesaikan dengan menggunakan persamaan diferensial. Hal yang menjadi pertanyaan disini adalah “Apakah semua kasus dalam fisika dapat dengan mudah diselesaikan menggunakan persamaan diferensial ?” Ternyata, tidak semua kasus dalam dunia fisika dapat diselesaikan dengan mudah menggunakan persamaan diferensial, contohnya untuk kasus pada sistem nonlinier yaitu sistem yang sebab akibatnya tidak sebanding antara satu sama lain (Benenson, 2002) atau dapat dinyatakan dengan sistem yang memiliki persamaan pangkat dua atau lebih. Biasanya persamaan nonlinier ini akan sulit dicari solusi analitiknya, sehingga memerlukan teknik lain untuk mempermudah penyelesaian persamaan ini.

Tidak dapat dipungkiri bahwa di alam ini banyak sekali ditemui sistem nonlinier bahkan sistem ini lebih banyak dijumpai daripada sistem linier yang mudah diselesaikan hanya dengan menggunakan persamaan diferensial saja. Salah satu contoh sistem nonlinier ini adalah *chaos*, yaitu sistem yang deterministik dan tidak terprediksi.

Chaos ini pertama kali dikemukakan oleh Lorenz (1963) dengan persamaan diferensialnya yang menggambarkan keadaan cuaca dalam bentuk tiga persamaan simultan. Solusi yang diperoleh menunjukkan gejala yang tidak menentu, karena sifatnya tak menentu dan peka sekali terhadap kondisi nilai awal yang dipilih. Perbedaan nilai awal (t_0) yang sangat kecil akan menghasilkan solusi yang berbeda jauh pada t yang cukup besar nilainya.

Sistem yang bersifat *chaos* banyak dijumpai di alam ini dalam beberapa kasus baik riil maupun matematis. Namun tidak semua sistem nonlinier bersifat *chaos*. Beberapa contoh sistem yang dapat dikatakan *chaos* antara lain, dinamika fluida, rangkaian elektronika, detak jantung, pertumbuhan populasi dan masih banyak lagi.

Biasanya *chaos* ini berhubungan dengan iterasi yang sangat panjang sehingga otak manusia biasa akan kesulitan untuk menyelesaikannya. Dengan pemahaman bahwa komputer bukan hanya alat untuk menghitung tetapi juga merupakan mesin inferensi yang dapat dijadikan sebagai alat bantu untuk berfikir dan memproses, sehingga mampu menyelesaikan iterasi panjang dan bahkan tidak mampu diselesaikan oleh otak manusia. Dengan pemahaman seperti itu menjadikan penelitian ini menjadi sangat mungkin untuk dikaji lebih jauh lagi. Selain itu, akan mempermudah dalam melakukan analisis terhadap sistem dengan mekanika chaotik.

Penjelasan tentang perilaku *chaos* ini dapat ditunjukkan dalam model matematik menggunakan beberapa teknik analitik seperti *recurrent plot*, *poincare*

maps (pemetaan poincare) dan pemetaan yang lebih sederhana serta dapat ditunjukkan dengan mencari nilai konstanta simpanganya (eksponensial Lyapunov).

Pada penelitian sebelumnya, nilai eksponensial Lyapunov yang di peroleh dari ruang 3 disk berkisar antara 3 sampai 7 Soegianto (2006). Nilai ini menunjukkan sifat *chaos* yang cukup tinggi. Namun sampai saat ini belum ada ketetapan nilai eksponensial Lyapunov yang pasti untuk menyatakan ruang tersebut *chaos*.

Kajian yang digunakan pada penelitian ini tetap menjadikan dunia klasik sebagai ruang untuk menemukan solusi dari dinamika *chaos* yang terjadi. Dalam artian tetap menggunakan ruang klasik yang dinilai sebagai ruang *chaos* untuk mempelajari dinamika gerak. Ruang *chaos* yang dimaksudkan adalah ruang dengan sistem disipatif, yaitu ada suatu penarik asing dalam ruang fasa itu yang merupakan sebuah fraktal. Salah satu contohnya adalah lapangan billiard. Ruang ini dapat dinyatakan ruang *chaos* karena sedikit perubahan pada nilai awalnya akan memberikan akibat yang berbeda pada perjalanannya.

Ruang *chaos* seperti lapangan sinai, lapangan robnik, lapangan buminovich, lapangan billiard, sistem pinball 3 disk/silinder dan beberapa ruang lainnya yang membentuk geometri dinamika sistem *chaos* merupakan beberapa ruang *chaos* yang sudah ada. Dari ruang *chaos* yang ada ini dapat dilakukan modifikasi ruang untuk menciptakan ruang *chaos* baru. Misalkan dengan menambahkan lingkaran yang memiliki jejari tertentu tepat di titik api lapangan billiard/ruang ellips atau dilakukan pergeseran untuk lingkaran di dalam lapangan billiard atau ruang ellips tersebut.

Geometri yang membentuk pinball merupakan dinamika sistem *chaos* terbuka. Sedangkan geometri yang berbentuk billiard merupakan dinamika sistem *chaos* tertutup.

Jika sebuah partikel berada dalam ruang *chaos* tertutup, dimana ruang yang digunakan adalah benda tegar dengan massa yang jauh lebih besar dari partikel, maka sistem tersebut akan membentuk dinamika gerak partikel yang tidak terprediksi. Selain itu partikel tidak bisa lepas dari ruangan meskipun telah bergerak cukup lama.

Analisis sistem *chaos* merupakan kajian yang sangat menarik sebab banyak permainan game dalam keseharian kita menggunakan konsep *chaos*. Dengan menggunakan fenomena *chaos*, membuat permainan game menjadi susah diprediksi, disinilah menariknya *chaos* dalam keseharian. Dalam skripsi ini dilakukan pengamatan dinamika *chaos* partikel dalam ruang yang diprediksikan sebagai ruang *chaos*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran singkat latar belakang di atas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat simulasi mekanika chaotik pada partikel?
2. Bagaimana menentukan dimensi fraktal pada sistem chaotik?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjelaskan lebih terperinci lingkup penelitian dalam makalah ini maka dibuat batasan masalah sebagai berikut:

1. Ruang yang diamati mengikuti kaidah tumbukan lenting sempurna.
2. Analisis dibatasi pada pantulan partikel yang ke-100.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dalam penelitian ini bertujuan antara lain:

1. Membangun dan mengamati simulasi dinamika chaotik.
2. Mendapatkan gambaran tentang dimensi fraktal pada sistem chaotik.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat menggambarkan mekanika chaotik dari pola fraktal yang terbentuk dan mengetahui bagaimana perilaku partikel jika berada dalam sistem tersebut, serta mendapatkan lapangan baru untuk ruang game dalam *quantum dot*.