Bab I: Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Asteroid merupakan objek benda langit alamiah berukuran lebih kecil daripada planet, namun lebih besar dari meteoroid dan umumnya terdapat di dalam Tata Surya. Asteroid dekat-Bumi merupakan asteroid yang memiliki perihelion $q \leq 1{,}3$ satuan astronomi (sa) dan aphelion $Q \geq 0{,}98$ sa (Morbidelli dkk., 2002). Asteroid dekat-Bumi dapat berpotensi membahayakan jika memiliki ukuran lebih besar dari 140 meter dan orbitnya berpotongan dengan orbit Bumi. Asteroid dengan kriteria tersebut dinamai sebagai PHA *(Potentially Hazardous Asteroids)*.

Populasi asteroid dekat-Bumi umumnya berasal dari asteroid Sabuk Utama yang terletak diantara orbit planet Mars dan Jupiter (2,0 sa < a < 3,3 sa). Perubahan asteroid Sabuk Utama menjadi populasi asteroid dekat-Bumi (ADB) dapat terjadi melalui mekanisme resonansi sekuler ν_6 dan resonansi gerak rata-rata 3:1 dengan planet Jupiter (Farinella dkk., 1994).

Dalam skenario Model Klasik, evolusi orbit asteroid/meteoroid dari lokasi awalnya di Kawasan Sabuk Utama hingga dapat mengisi ruang dekat-Bumi (q < 1,3 sa) melalui zona resonansi adalah adalah bersandar kepada peristiwa katastropik, yaitu tumbukan antar asteroid/meteoroid di Sabuk Utama. Model ini memprediksikan bahwa kala hidup dinamik asteroid/meteoroid di zona resonansi relatif singkat, yaitu hanya beberapa juta tahun atau bahkan lebih singkat lagi (Gladman dkk., 1997). Faktanya, dari studi terhadap *Cosmic-Ray Exposure* (CRE) didapatkan meteorit batuan di Bumi memiliki kala hidup ~10-100 juta tahun dan meteorit besi ~0,1-1 milyar tahun (Eugster, 2003). Model klasik juga memprediksikan bahwa selain peristiwa tumbukan yang sering terjadi, lokasi asteroid harus berada dekat dengan kawasan resonansi di Sabuk Utama. Padahal faktanya asteroid induk yang potensial justru dijumpai di lokasi yang jauh dari kawasan resonansi Sabuk Utama. Ketidaksesuaian prediksi model klasik dengan fakta teramati ini dapat dieliminasi dengan melibatkan gaya non-gravitasi. Salah satunya dengan penyertaan efek termal atau yang disebut efek Yarkosky.

Siti Afifah Julfrikar Islamina, 2021
Efek Yarkovsky dan Dinamika Populasi Orbit Asteroid Dekat-Bumi dengan Jarak Perihelion Kecil
Universitas Pendidikan Indonesia | repositori.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Efek Yarkovsky terjadi ketika panas Matahari diserap oleh benda kecil yang mengorbit Matahari diradiasikan kembali dalam bentuk dorongan kecil yang dapat mengubah orbit benda kecil tersebut, salah satunya setengah sumbu panjang (*a*). Mekanisme ini menyebabkan objek dengan diameter 1 m sampai ~40 km bergerak ke dalam (mendekat, nilai *a* mengecil) atau ke luar (menjauh, nilai *a* membesar) dengan kecepatan yang berbeda, tergantung dari arah rotasi (prograde ataukah retrograde) dan sifat materialnya (Bottke dkk., 2006). Ingsutan *a* (d*a*/dt) ini menjadi penting untuk dikaji karena mekanisme ini mampu menyuplai daerah resonansi di kawasan Sabuk Utama (Farinella & Vokrouhlický, 1999). Penentuan ingsutan *a* (d*a*/dt) akibat pengaruh efek Yarkovsky yang dialami populasi asteroid dekat-Bumi sudah dilakukan oleh Farnocchia dkk., (2013) dan Nugent dkk., (2012). Dengan memanfaatkan pengamatan astrometri dalam panjang gelombang optik, diperoleh nilai d*a*/dt untuk asteroid berukuran sub-kilometer pada rentang 10^{-3}-10^{-4} sa/juta tahun (Vigna dkk., 2018).

Pada pekerjaan Marchi dkk. (2009), terdapat 70% asteroid dekat-Bumi mengalami tumbukan dengan Matahari. Sementara itu, Emel'yanenko (2017) mendapati asteroid dengan $q < 0{,}1$ sa mengalami perpindahan orbit akibat paparan radiasi dari Matahari. Perpindahan orbit ini mengubah kelompok asteroid dari asteroid dekat-Bumi menjadi asteroid dekat-Matahari. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Farinella dkk. (1994) dan Gladman dkk (1997) dengan melakukan integrasi numerik pada populasi asteroid dekat-Bumi mendapati bahwa asteroid dekat-Bumi dapat berakhir sebagai penumbuk Matahari atau keluar dari Tata Surya akibat berpapasan dekat dengan planet Jupiter.

Galushina dan Letner (2020) melakukan studi dengan menghitung percepatan transversal yang berhubungan dengan terjadinya pengaruh gaya Yarkovsky untuk asteroid dengan $q < 0{,}1$ sa. Hasil penelitian Islamina dkk. (2020) yang melakukan komputasi orbit dengan melibatkan gaya Yarkovsky untuk objek-objek dengan nilai $q' < 0{,}1$ sa mendapati lima dari 14 asteroid terseleksi berakhir menumbuk Matahari dalam rentang waktu kurang dari 7×10^5 tahun. Sebagai kelanjutan dari pekerjaan tersebut, penelitian ini memerinci perhitungan besarnya (*magnitude*) ingsutan setengah sumbu panjang (*da/dt*) yang dialami oleh keempat belas asteroid

dengan nilai $q' < 0{,}1$ sa tersebut. Penentuan peluang tumbukan asteroid dengan planet Bumi juga diketahui memberikan hasil lebih akurat bila menyertakan efek Yarkovsky ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berapakah nilai ingsutan setengah sumbu panjang (*da/dt*) akibat gaya termal (efek Yarkovsky) yang dialami sampel asteroid dekat-Bumi dengan jarak perihelion kecil?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh nilai ingsutan setengah sumbu panjang (*da/dt*) akibat gaya termal (efek Yarkovsky) yang dialami sampel asteroid dekat-Bumi dengan jarak perihelion kecil.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan pengetahuan tentang efek Yarkovsky dan dinamika orbit populasi asteroid dekat-Bumi dengan jarak perihelion terkecil yang dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari memahami perilaku populasi asteroid dekat-Bumi dengan lebih baik.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi disusun berdasarkan sistematika berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 Kajian Pustaka berisi asteroid dekat-Bumi, persamaan gerak sistem tiga benda terbatas,asteroid aktif, dan efek Yarkovsky, model non-gravitasi untuk asteroid aktif, dan model *solar radiation pressure*.
3. Bab 3 Metode Penelitian berisi metode penelitian, sampel penelitian, instrument penelitian, prosedur penelitian, dan diagram alir penelitian.
4. Bab 4 Temuan dan Pembahasan berisi gaya non-gravitasi model komet dan gaya non-gravitasi model *solar radiation pressure* (SRP).
5. Bab 5 Simpulan dan rekomendasi berisi kesimpulan