

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asteroid merupakan objek kecil yang terdiri dari batuan dan memiliki karakteristik yang mirip dengan planet (Asphaug, 2009). Mayoritas Asteroid yang beredar di Tata Surya memiliki orbit yang terletak diantara orbit planet Mars dan Jupiter yang kemudian dinamakan sabuk asteroid (Lai & Ip, 2022). Penelitian mengenai asteroid menjadi penelitian paling aktif karena banyaknya penemuan asteroid di ruang dekat Bumi serta asteroid yang digunakan sebagai petunjuk dalam Sejarah evolusi planet.(Asphaug, 2009, Bottke, 2002; Lai & Ip, 2022)

Asteroid dengan perihelion sebesar $q < 1,3 \text{ sa}$ dan aphelion $Q > 0,718 \text{ sa}$ serta setengah sumbu panjang $a < 4.2 \text{ sa}$ diklasifikasikan menjadi Objek Dekat Bumi (ODB) (Bottke, 2002; Lai & Ip, 2022). Pengetahuan kita mengenai Objek Dekat Bumi (ODB) telah meningkat secara signifikan setelah melakukan survei secara teratur dalam tiga dekade belakangan, hal ini ditunjukkan dengan lebih dari 95% asteroid dengan ukuran lebih dari 1 kilometer telah tercatat dalam katalog(Ye dkk., 2020).

Berkembangnya pengetahuan mengenai ODB menjadi hal yang baik dalam bidang kajian Astronomi. Namun, masih ada beberapa kelompok asteroid yang kurang dipahami dengan baik. Salah satunya adalah asteroid yang mengorbit pada matahari pada atau didalam orbit Bumi. Asteroid-asteroid ini menghabiskan sebagian besar waktunya di dekat Matahari jika diamati dari Bumi yang mengaikabatkan asteroid-asteroid tersebut menjadi sulit untuk dideteksi. Sebagian besar objek yang termasuk dalam kelas ini dikenal sebagai Atira. (Whiteley & Tholen, 1998)

Sumber utama dari Objek Dekat Bumi (ODB) adalah sabuk utama asteroid (*main belt*) yang terletak di antara planet Mars dan Jupiter. Berbagai fenomena resonansi yang kuat dapat memengaruhi pergerakan asteroid, menyebabkan mereka terdorong ke arah luar atau ke dalam orbitnya (Lai & Ip, 2022). Resonansi sekuler v_6 pada jarak 2,2 sa serta resonansi gerak rata-rata 3:1 dengan planet Jupiter pada jarak 2,5 SA merupakan salah satu contoh dari resonansi yang dapat membuat asteroid keluar dari sabuk asteroid utama (Lai & Ip, 2022; Morbidelli dkk., 1994).

Selain resonansi, fragmentasi akibat tabrakan serta efek Yarkovsky menjadi salah satu hal yang memperbanyak ODB (Bottke dkk., 2006).

Dalam perkembangannya, ODB terdiri dari asteroid-asteroid kecil dengan perihelion kurang dari 1,3 sa. Objek-objek ini diklasifikasikan menjadi empat kelas utama yaitu Amor ($1,017 < q < 1,3$ sa), Apollo ($a > 1,0$ sa; $q < 1,017$ sa), Aten ($a < 1,0$ sa; $Q > 0,983$ sa), Atira ($0,718$ sa $< Q < 0,983$ sa), dan Vatira ($0,307 < Q < 0,718$ sa) (Greenstreet, 2020; Greenstreet dkk., 2012).

Asteroid dekat-Bumi diketahui memiliki dinamika orbit yang tidak stabil karena dimungkinkan asteroid dekat-Bumi bergerak dibawah pengaruh resonansi dengan planet-planet. Saat ini terdapat kelas baru pada ODB yang disebut kelas Vatira yang terletak didalam orbit Venus dengan besaran aphelion sebesar $0,307$ sa $< Q < 0,718$ sa (Greenstreet, 2020). Penemuan asteroid 594913 'Ayló'chaxnim oleh Zwicky Transient Facility pada 4 Januari 2020 menjadikan asteroid ini sebagai asteroid pertama kelas Vatira yang berhasil diamati. Berdasarkan data dari JPL Small-Body Database 594913 'Ayló'chaxnim memiliki nilai $a = 0,5556 \pm 0,0003$ sa, eksentrisitas $e = 0,1767 \pm 0,0006$, inklinasi $i = 15,86^\circ \pm 0,02^\circ$, bujur tempat naik $\Omega = 6,702^\circ \pm 0,007^\circ$, argumen perihelion $\omega = 187,27^\circ \pm 0,05^\circ$, dan anomali rata-rata $M = 85,295^\circ$.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Greenstreet (2020) dilakukan dengan hanya melibatkan efek gravitasional untuk melihat evolusi orbitnya. Penelitian Greenstreet (2020) tidak melibatkan gaya non-gravitasional seperti efek Yarkovsky yang dilakukan oleh Utama dkk. (2017). Menurut Utama dkk. (2017), gaya termal Yarkovsky dapat menyebabkan pergeseran pada jarak rata-rata asteroid. Meskipun efek yang dihasilkan kecil, namun perubahan elemen orbital cukup signifikan dalam jangka waktu yang panjang yang berpotensi memindahkan asteroid ke dalam resonansi atau bertabrakan dengan planet (Utama dkk., 2017).

Potensi tumbukan asteroid ini dengan planet terestrial menjadi hal yang cukup menarik mengingat asteroid ini merupakan asteroid yang cukup stabil (Greenstreet, 2020). Sehingga, perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menyelidiki probabilitas tumbukan asteroid ini dengan planet terestrial. Penelitian Fauziah dkk. (2019) mendapatkan 1 kejadian tumbukan untuk setiap 10^7 tahun pada asteroid berdiameter > 1 km dengan Bumi. Menurut Wahyudin dkk. (2021) populasi

ADB dengan $D < 1$ km menumbuk Bumi setiap 665 tahun. Sementara, Maharani dkk. (2021) mendapati fluks tumbukan dengan Bumi sebesar 185 tumbukan setiap 10^9 tahun. Nilai fluks tumbukan berbanding terbalik dengan ukuran diameter objek.

Asteroid 594913 'Ayló'chaxnim merupakan asteroid dengan $D > 1$ km memiliki kemungkinan untuk menumbuk Bumi. Penemuan asteroid 594913 'Ayló'chaxnim di kelas Vatira ini menjadi hal yang menarik untuk diteliti. Evolusi orbit 594913 'Ayló'chaxnim dapat menjadi hal yang sangat menarik untuk diteliti karena dapat mengungkap berbagai hal seperti tumbukan dengan planet-planet di Tata Surya terutama Bumi serta mengeksplorasi asteroid pada kelas Vatira yang mungkin memiliki karakteristik yang unik dibandingkan dengan benda langit lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana dinamika evolusi orbit asteroid 594913 'Ayló'chaxnim?
2. Berapa lama durasi waktu tinggal asteroid 594913 'Ayló'chaxnim pada kelas Vatira dan saat berevolusi menjadi kelas ADB lainnya (Apollo, Amor, Aten, Atira)?
3. Berapa nilai probabilitas tumbukan intrinsik 594913 'Ayló'chaxnim dengan planet-planet kebumian?
4. Berapa besar fluks perpindahan asteroid dari kelas Vatira menuju kelas ADB lainnya (Apollo, Amor, Aten, Atira)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dinamika evolusi orbit asteroid 594913 'Ayló'chaxnim di bawah pengaruh gaya gravitasi dan gaya termal Yarkovsky
2. Menganalisis lama waktu tinggal (*Residence Time*) asteroid 594913 'Ayló'chaxnim pada setiap kelas ADB (Apollo, Amor, Aten, Atira)
3. Menganalisis probabilitas tumbukan intrinsik 594913 'Ayló'chaxnim dengan planet-planet kebumian.

4. Menganalisis besar fluks perpindahan asteroid dari kelas Vatira menuju kelas ADB lainnya (Apollo, Amor, Aten, Atira)

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan informasi mengenai kontribusi terhadap perkembangan evolusi orbit asteroid kelas Vatira yang baru saja ditemukan, sehingga diharapkan dapat menjadi rujukan untuk perkembangan teknologi yang dapat digunakan dalam dunia astronomi.

1.5 Struktur Organisasi Skripsi

Penulisan skripsi ini dimulai dari Bab I Pendahuluan, yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan dalam penelitian ini. Pada Bab II Kajian Pustaka berisi penjelasan dari asteroid dekat bumi, 594913 'Ayló'chaxnim, persamaan gerak sistem tiga benda terbatas, gaya termal Yarkovsky, dan *Residence Time*. Bab III Metode Penelitian menjelaskan tentang metode yang digunakan. Bab IV Temuan dan Pembahasan menyajikan hasil dan analisis data yang didapatkan. Bab V Simpulan, Implikasi dan Rekomendasi menyajikan simpulan dari penelitian ini dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.