

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Inisiasi penelitian ini didasari oleh motivasi ilmiah penulis untuk mengeksplorasi fenomena astronomi dan mekanika orbit benda langit melalui kaca mata Rekayasa Sistem Informasi. Ketertarikan mendalam pada dinamika *Near-Earth Objects* (NEO) mendorong perlunya sebuah pendekatan teknologi yang mampu menjembatani data observasi antariksa dengan kebutuhan sistem informasi modern. Fenomena pergerakan asteroid yang menghasilkan sekuens data elemen orbital harian yang dipandang bukan lagi sekadar objek pengamatan fisika murni belaka, melainkan sebagai aset data berharga yang membutuhkan *platform monitoring* berbasis web guna menyederhanakan kompleksitas data teknis menjadi informasi yang presisi dan komunikatif, dan dapat menjadi sebuah solusi teknologi yang empiris dan aplikatif bagi kebutuhan pemantauan publik.

Perkembangan dunia terhadap teknologi informasi saat ini menjadikan sistem informasi sebagai aset yang berharga dalam mempermudah interaksi dan penyajian data secara efisien (Efendi et al., 2023). Namun, dalam bidang astronomi, khususnya pemantauan *Near-Earth Objects* (NEO), masih terdapat kesenjangan utama antara ketersediaan data mentah dengan kemudahan akses informasi bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Meskipun NASA menyediakan data elemen orbital secara terbuka, data tersebut masih disajikan dalam format teknis yang kompleks, sehingga sulit dipahami oleh masyarakat umum maupun akademisi di luar bidang astrodinamika (Vichi & Tommei, 2025).

Dalam penelitian ini penulis mengawali dengan mendalami berbagai jurnal internasional, artikel, *website*, dan buku elektronik astronomi untuk memetakan akar permasalahannya. Dari studi literatur tersebut, terlihat adanya kesenjangan. Mulai dari jumlah objek dekat Bumi (NEO) yang terdeteksi terus meningkat, namun akses informasi yang cepat bagi masyarakat masih sangat terbatas. Untuk memperkuat temuan ini, penulis melakukan studi dokumentasi dengan membedah

arsip data historis dari CNEOS NASA. Di sana, penulis menemukan bahwa kompleksitas elemen orbital menjadi hambatan utama, sehingga diperlukan otomatisasi agar prediksi jarak terdekat (*close approach*) bisa lebih akurat dan mudah dipahami. Sebagai langkah validasi, penulis juga melakukan studi eksploratif untuk dapat mengetahui sejauh mana teknologi terkini bisa menjadi solusi. Hasilnya menjelaskan bahwa integrasi antara *framework* Laravel 12 dan algoritma *Recurrent Neural Network* (RNN) terbukti sangat efektif, tidak hanya dalam menjaga stabilitas sistem tetapi juga dalam memberikan akurasi prediksi yang tinggi terhadap data deret waktu (*time-series*) objek langit.

Kesenjangan informasi ini menjadi masalah krusial, mengingat populasi NEO terus meningkat setiap tahunnya. Tidak adanya *platform monitoring* terintegrasi yang mampu melakukan pembaruan data secara otomatis sekaligus memberikan prediksi lintasan masa depan secara cepat. Sistem *monitoring* konvensional seringkali terlambat dalam memberikan estimasi jarak terdekat (*close approach*), karena keterbatasan dalam mengolah data deret waktu (*time-series*) secara otomatis (Zhai et al., 2024). Berdasarkan observasi penulis terhadap dokumentasi teknis NASA, pengolahan data manual sangat rentan terhadap ketidakpastian.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan sebuah solusi integratif berupa *platform monitoring* berbasis web menggunakan Laravel 12 yang mengotomatisasi penarikan data dari API NASA CNEOS. Untuk menjawab tantangan prediksi, algoritma *Recurrent Neural Network* (RNN) diterapkan karena efektivitasnya dalam mengenali pola data historis sekuensial. Penggunaan RNN ini juga menjadi solusi teknis untuk menghasilkan prediksi yang lebih presisi, sehingga resiko ketidakpastian ancaman benda langit dapat dikurangi. Dalam upaya mewujudkan sistem yang adaptif terhadap perubahan data elemen orbital yang dinamis, penelitian ini menerapkan metode *Scrum*. Penggunaan metode ini memungkinkan proses pengembangan dilakukan secara iteratif melalui siklus *sprint*, sehingga fungsionalitas monitoring dan akurasi prediksi model RNN dapat terus dievaluasi dan disempurnakan berdasarkan hasil peninjauan berkala. Dengan integrasi ini, SINEO diharapkan mampu menyederhanakan kompleksitas data astronomi

menjadi informasi yang lebih komunikatif, presisi, dan dapat diakses secara *real-time* guna meningkatkan literasi sains masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan resume dan penarikan kesimpulan dari latar belakang yang telah diuraikan, maka persoalan yang akan diselesaikan dalam laporan ini adalah:

1. Bagaimana mengintegrasikan API NASA CNEOS ke dalam *framework* Laravel 12 untuk mewujudkan otomatisasi sinkronisasi data elemen orbital *Near-Earth Objects* (NEO) secara *real-time* tanpa memicu hambatan operasional server?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *Recurrent Neural Network* (RNN) dalam memproses data sekuensial (*time-series*) elemen orbital untuk memproyeksikan estimasi fluktuasi jarak terdekat (*miss distance*) objek secara presisi dan terbebas dari bias orientasi (*overfitting*)?
3. Bagaimana merancang antarmuka *dashboard* pemantauan yang mampu mentransformasikan kerumitan data teknis astronomi menjadi representasi visual interaktif yang mudah dipahami, serta memiliki tingkat kebergunaan (*usabilitas*) yang tinggi bagi pengguna umum?

1.3. Tujuan Penelitian

Penyusunan laporan ini bertujuan untuk mencapai sasaran-sasaran spesifik sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun arsitektur Sistem Informasi Monitoring *Near-Earth Objects* (SINEO) menggunakan *framework* Laravel 12 yang terintegrasi secara otomatis dengan API NASA CNEOS guna mewujudkan sinkronisasi data elemen orbital secara *real-time* dan meningkatkan efisiensi aksesibilitas informasi.
2. Menerapkan algoritma *Recurrent Neural Network* (RNN) untuk memproses data sekuensial (*time-series*) elemen orbital guna menghasilkan estimasi prediksi fluktuasi jarak terdekat (*miss distance*) objek secara presisi dan terbebas dari bias orientasi (*overfitting*).

3. Menghasilkan sebuah platform antarmuka pemantauan interaktif yang mampu mentransformasikan kerumitan data teknis astronomi menjadi format informasi visual yang mudah dipahami, serta membuktikan tingkat kebergunaan (usabilitas) yang tinggi dan memuaskan bagi pengguna umum.

1.4. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan mendalam dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Data objek dekat Bumi (*Near-Earth Objects*) yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi hanya bersumber dari *API Center for Near-Earth Object Studies* (CNEOS) NASA dengan objek hanya *asteroids* saja, tidak dengan *comets*.
2. Pengembangan sistem informasi ini menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk *interface* dan Python untuk otak perhitungan data prediksi (logika RNN) dengan memanfaatkan web *framework* Laravel versi 12.
3. Algoritma yang diimplementasikan untuk pengolahan data deret waktu (*time-series*) elemen orbital dibatasi pada model *Recurrent Neural Network* (RNN).
4. Analisis lintasan dan prediksi difokuskan pada variabel jarak terdekat (*close approach*), keterangan jarak objek (*miss distance*), & potensi bahaya (*potentially hazardous*) terhadap bumi serta elemen orbital dasar seperti *eccentricity*, *inclination*, *perihelion distance* dan *velocity*.
5. Sistem informasi yang dibangun hanya mencakup fungsi *monitoring*, katalog objek NEO (objek *asteroids* saja), visualisasi orbit dalam format dua dimensi (2D), pemantauan terbuka analisis AI untuk publik, dan prediksi sepekan ke depan menggunakan metode *Recursive Multi-step Forecasting*, dan dilengkapi fitur keamanan gerbang masuk berbentuk *Glassmorphism Pop-up Modal Login*.
6. Pengujian perangkat lunak dibatasi pada metode *Black Box Testing* untuk memvalidasi fungsionalitas sistem serta pengujian *System Usability Scale* (SUS) untuk mengevaluasi tingkat kebergunaan dan kepuasan antarmuka pengguna tanpa menguji struktur kode internal secara menyeluruh.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis: Penelitian ini bermanfaat sebagai sarana nyata untuk mengimplementasikan teori-teori perkuliahan di program studi Sistem Informasi, khususnya dalam rekayasa perangkat lunak menggunakan *framework* Laravel 12 dan integrasi kecerdasan buatan berbasis *Recurrent Neural Network* (RNN). Selain itu, hasil pengerjaan ini menjadi pembuktian ilmiah bahwa ketertarikan personal penulis di bidang astronomi dapat dikonvergensi secara selaras menjadi sebuah produk teknologi informasi yang solutif dan aplikatif.
2. Bagi Pihak Akademik: Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi literatur serta pustaka yang berharga bagi mahasiswa Program Studi Sistem Informasi Fakultas Teknik, khususnya mereka yang tertarik pada topik integrasi *Machine Learning* atau *Deep Learning* di dalam aplikasi berbasis web. Di samping itu, dokumen ini juga berfungsi sebagai salah satu percontohan dokumen laporan komprehensif bagi mahasiswa lain yang nantinya akan mengambil Tugas Akhir pada bidang RSI (Rekayasa Sistem Informasi) berskala organisasi.
3. Bagi Pihak Pengguna: Diharapkan sistem ini bermanfaat untuk menyediakan sebuah *platform* monitoring yang interaktif agar masyarakat maupun lembaga astronomi amatir dapat memantau data potensi bahaya lintasan objek dekat bumi (*Near-Earth Objects*) secara *real-time*. Keberadaan sistem ini juga sekaligus membantu mempermudah proses pemantauan sekuensial data NASA CNEOS secara otomatis melalui sistem tanpa perlu lagi melakukan penarikan data mentah API (*raw data*) secara manual.