

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Subjek dan Objek Penelitian

4.1.1. Subjek

Subjek dalam penelitian ini adalah pihak atau entitas yang menjadi sumber data utama. Dalam pengembangan sistem SINEO, subjek penelitian ditetapkan sebagai berikut:

- a. CNEOS (*Center for Near-Earth Object Studies*) NASA yaitu sebagai penyedia data primer melalui *API Center for Near-Earth Object Studies*. CNEOS merupakan otoritas yang menyediakan data posisi, karakteristik fisik, dan prediksi pendekatan terdekat benda langit terhadap Bumi.



Gambar 4. 1 Tampilan tentang web CNEOS
(Sumber: cneos.jpl.nasa.gov)

- b. Elemen *Orbital Near-Earth Objects* (NEO) yaitu sebagai penyedia data dari unit pengamatan objek yang mencakup data historis dan data informasi riil dari asteroid yang melintas dalam radius pemantauan.

(2026 HO2)			
Classification: Amor [NEO] SPKID: 54607985 Related Links: Ephemeris			
Orbit Viewer [show]			
Orbit Parameters [hide]			
Osculating Orbital Elements			
Epoch: 2451150.5 (2026-Apr-20.0) TDB Reference: [2, 3] (heliocentric; IAU76/J2000 ecliptic)			
Element	Value	Uncertainty (1-sigma)	Units
e	0.5623297119625428	00090657	
a	2.326198837796586	0048926	au
q	1.018108115324306	2.1772E-5	au
i	3.923512110990676	0046158	deg
node	24.56666325821678	00099879	deg
peri	204.7762745622398	0064259	deg
M	355.36784471821	015074	deg
tp	2461167.174364363862 2026-May-06 67:43:43.6	0043236	TDB
period	1295.891611101315	4.0633	d
n	3.547957867491622	1.1125E-2	y
Q	0.2778010112235031 3.634289560268865	00087106 007597	deg/d au

Miscellaneous Details	
solution date	2026-Apr-21 20:12:03
# obs. used (total)	28
data-arc span	2 days
first obs. used	2026-04-20
last obs. used	2026-04-22
planetary ephem.	DE441
SB-pert. ephem.	SB441-N16
condition code	8
norm. resid. RMS	.31384
source	JPL
producer	Otto Matic
Earth MOID	.0242543 au
Jupiter MOID	1.37338 au
T_jup	3.340

Gambar 4. 2 Informasi tentang salah satu NEO
(Sumber: ssd.jpl.nasa.gov)

4.1.2. Objek penelitian

Adapun objek penelitian yang menjadi fokus kajian utama untuk dianalisis dalam penelitian ini meliputi:

- Prediksi jarak terdekat (*close approach*) yang merupakan variabel utama untuk dianalisis menggunakan model *Recurrent Neural Network* (RNN) agar dapat memproyeksikan lintasan objek kedepannya, contohnya seperti dalam rentang waktu sepekan ke depan.
- Parameter karakteristik NEO juga menjadi fokus kajian pada beberapa variabel teknis penting untuk penelitian ini, seperti pada Gambar 4. 2 yang menjadi fitur input dalam proses pelatihan model AI nantinya.
- Performa sistem monitoring merupakan proses di mana data diolah dari *raw data* API NASA hingga menjadi visualisasi informasi pada dashboard berbasis Laravel 12, integrasi *hybrid environment* (PHP-Python) via perintah *shell*, serta implementasi manajemen penyimpanan memori jangka pendek memanfaatkan fasad *cache* untuk memangkas latensi pembacaan berkas fisik JSON.

4.2. Bahan dan Alat

4.2.1. Bahan penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset sekunder berupa riwayat elemen orbital asteroid seperti *neo_reference_id*, *name*, *eccentricity* (*e*), *inclination* (*i*), *perihelion_distance* (*q*), *semi_major_axis* (*a*),

close_approach_date, *miss_distance_km*, *relative_velocity_kph*, *absolute_magnitude*, *estimated_diameter_max* dan *is_potentially_hazardous* yang diperoleh melalui integrasi API (Application Programming Interface) NASA CNEOS.

4.2.2. Alat penelitian

Berikut adalah bahan dan alat (*hardware* dan *software*) yang digunakan peneliti selama berlangsungnya penelitian.

a. Perangkat keras (*hardware*)

Device name: M-RIKZA-WW
Processor: Intel(R) Pentium(R) CPU 5405U @ 2.30GHz (2.30 GHz)
Installed RAM: 8.00 GB (7.88 GB usable)
Device ID: 1AED9085-6C75-412C-806E-027740B8FF9B
Product ID: 00327-35190-65934-AAOEM
System type: 64-bit operating system, x64-based processor

b. Perangkat lunak (*software*)

1. Sistem operasi: windows 11

Edition: Windows 11 Home Single Language
Version: 25H2
Installed on: 11/8/2025
OS build: 26220.7070
Serial number: PF1C05AD
Experience: Windows Feature Experience Pack
 1000.26100.272.0

2. Bahasa pemrograman: PHP dan Python.

3. Framework: Laravel 12.

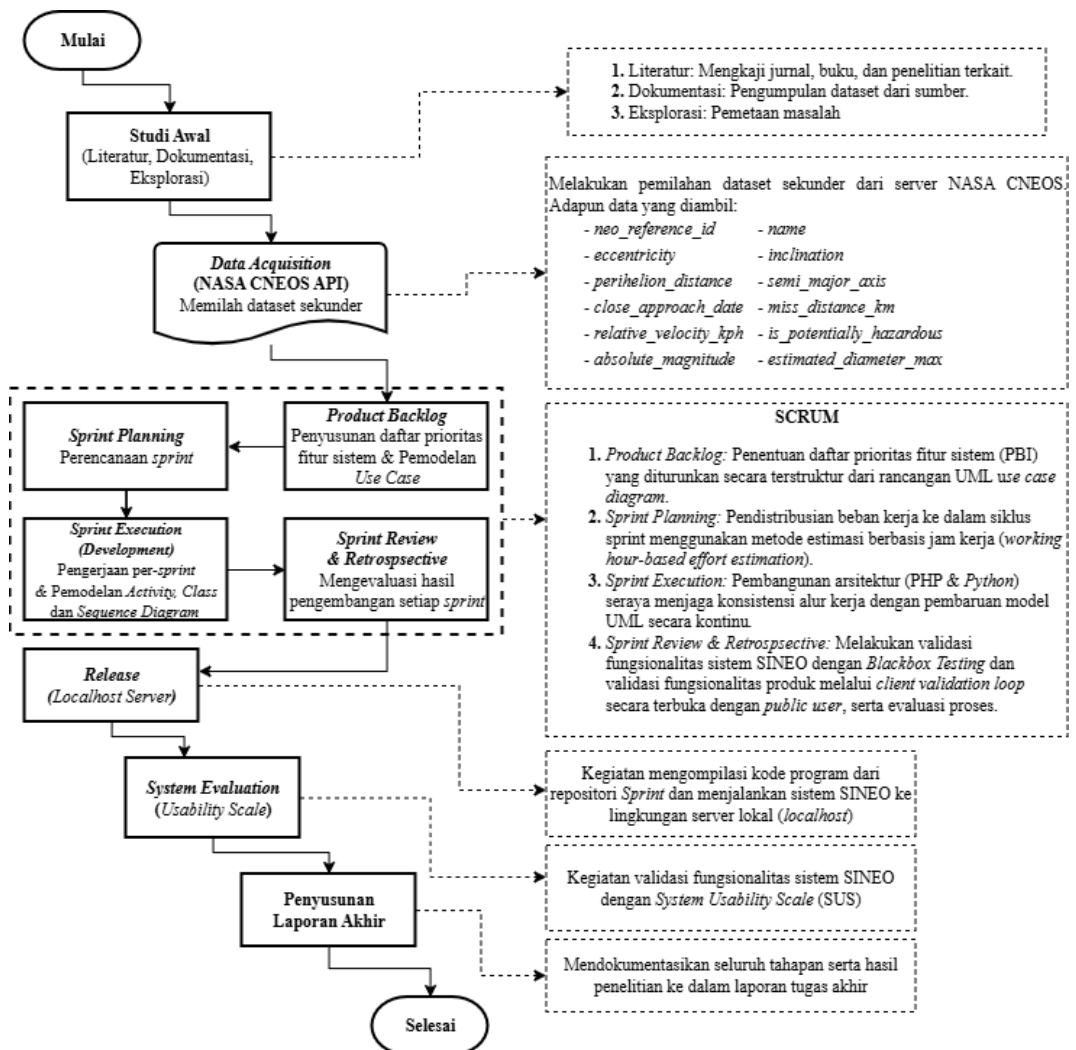
4. Database: MySQL.

5. Web server: Laragon.

6. Tools: Visual Studio Code, Draw.io, G.Form.

4.3. Alur Penelitian

Dalam melakukan proses pengumpulan data dan informasi, analisis sistem, perancangan sistem, *sprint*, implementasi kode (*coding*), dan pengujian *web*. Dibuatlah alur proses penelitian yang digambarkan pada Gambar 4. 3:



Gambar 4. 3 Bagan Alur Penelitian
(Sumber: Data Pribadi)

Penjelasan Gambar 4. 3:

1. Mulai

Tahap awal dimulainya seluruh rangkaian aktivitas penelitian.

2. Tahap Studi Awal

Merupakan tahap melakukan pendalaman teori mengenai kriteria objek dekat Bumi, arsitektur RNN, dan *framework* Laravel 12. Penulis juga melakukan eksplorasi pada API NASA CNEOS untuk memetakan parameter orbital yang diperlukan bagi model AI.

a. Studi Literatur

Tahapan untuk mendalami teori NEO, RNN, dan Laravel.

b. Studi Dokumentasi

Tahapan untuk mengumpulkan dataset orbital yang diperlukan dari sumber subjek yaitu CNEOS.

c. Studi Eksplorasi

Tahapan untuk memetakan masalah sinkronisasi data dengan API NASA CNEOS, prediksi lintasan NEO dengan RNN, dan *platform* monitoring dengan Laravel 12.

3. Tahap *Data Acquisition* (Integrasi API NASA)

Merupakan tahap memilah *dataset* sekunder dari server NASA CNEOS. Data yang diambil difokuskan pada elemen spesifik seperti:

- a. *neo_reference_id*;
- b. *name*, *eccentricity (e)*;
- c. *inclination (i)*;
- d. *perihelion_distance (q)*;
- e. *semi_major_axis (a)*;
- f. *close_approach_date*;
- g. *miss_distance_km*;
- h. *relative_velocity_kph*;
- i. *is_potentially_hazardous*;
- j. *absolute_magnitude*;

k. *estimated_diameter_max*.

4. Tahap *Product Backlog*

Tahap ini merupakan tahap menyusun daftar prioritas fitur sistem berdasarkan kebutuhan *monitoring*. Daftar ini mencakup modal autentikasi pada *landing page*, modul sinkronisasi *database*, mesin inferensi *Python* untuk logika RNN (prediksi), serta perancangan antarmuka pada *Laravel* dengan menu utama seperti:

- a. *Website profile / landing page* informasi
- b. *Dashboard users*
- c. Katalog NEO (total data objek selama 30 hari sebelumnya);
- d. Prediksi sepekan;
- e. Analisis AI (menampilkan kurva *loss history* & statistik dataset *real-time*);
- f. Glosarium AI (daftar istilah teknis dan metodologi yang diterapkan pada sistem SINEO);
- g. Kelola *request* dokumen (manajemen validasiajuan cetak *file* dokumen dari *visitor*);
- h. Kelola *user* (CRUD *users*);
- i. Histori *login* (Riwayat *login* dari *users*).

Use case diagram juga disertakan dalam tahapan ini, untuk membantu mendefinisikan menu-menu utama tersebut.

5. Tahap *Sprint Planning*

Merupakan tahap dimana penulis melakukan manajemen waktu dengan membagi fitur-fitur *backlog* ke dalam siklus kerja (*sprint*) yang terukur.

6. Tahap *Sprint Execution (Development)*

Merupakan fase inti pengerjaan per-*sprint* yang mencakup dua aspek utama, yaitu Model RNN, *Backend & Frontend*. Di dalam *sprint* terdapat beberapa tahapan untuk pengerjaannya, antara lain terdapat *daily scrum*, design (*activity*, *sequence*, dan *class diagram*), implementation (*coding* dan hasil UI), dan *review*.

Pada tahapan ini, *activity diagram*, *class diagram* dan *sequence diagram* disertakan didalamnya. Dengan *activity diagram* untuk memvisualisasikan alur kerja atau

rangkaian aktivitas secara terstruktur di dalam sistem. *Class diagram* untuk membantu mendefinisikan hubungan antar tabel dalam *database* MySQL agar integritas data elemen orbital tetap terjaga. Sedangkan *sequence diagram* untuk untuk memodelkan interaksi antarobjek secara kronologis.

7. Tahap *Sprint Review & Retrospective*

Merupakan tahap mengevaluasi hasil luaran fungsional produk terhadap daftar perencanaan awal berdasarkan hasil validasi fungsional sistem dengan *Black Box Testing (Sprint Review)* serta melakukan refleksi untuk memperbaiki proses kerja pada siklus berikutnya (*Sprint Retrospective*). Jika hasil sistem belum mencapai target yang diinginkan, maka dilakukan *Hyperparameter Tuning* kembali pada siklus *sprint* selanjutnya.

8. Tahap *Release*

Merupakan proses kegiatan mengompilasi kode program dari repositori *Sprint* dan menjalankan sistem SINEO ke lingkungan server lokal (*localhost*).

9. Tahap *System Evaluation (Usability Scale)*

Merupakan tahap memvalidasi kelayakan *platform* SINEO secara komprehensif, baik dari segi keandalan fungsionalitas teknis antarmuka maupun tingkat kebergunaan (*usability*) antarmuka bagi pengguna akhir dengan metode *System Usability Scale (SUS)*.

10. Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan akhir dilakukan sebagai tahap pendokumentasian seluruh proses penelitian dan pengembangan sistem, meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, serta hasil yang diperoleh, kemudian disusun sesuai format penulisan tugas akhir.

11. Selesai

Tahap akhir dimana penelitian dianggap selesai setelah seluruh fungsionalitas sistem tervalidasi dan tujuan penelitian tercapai.

4.4. Jadwal Penelitian

Tabel 4. 1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Studi Literatur, Studi Dokumentasi, dan Studi Eksplorasi																								
2	<i>Data Acquisition</i> (Integrasi API NASA CNEOS)																								
3	<i>Product Backlog</i>																								
4	<i>Sprint Planning</i>																								
5	<i>Sprint Execution</i> (Development)																								
6	<i>Sprint Review & Retrospective</i>																								
7	<i>Release (Localhost)</i>																								

No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
8	Testing (Blackbox)																								
9	Revisi Laporan																								