{{title}}

3. Cara Kerja Simulasi

* Setiap iterasi simulasi dijalankan melalui fungsi step(delta\_time), yang mengatur seluruh proses update state drone.

Mode Simulasi

* **Mode Manual:**
  + Pengguna dapat mengatur kecepatan rotor secara langsung (manual\_rpms).
  + Cocok untuk eksperimen kontrol manual atau pengujian fisika dasar.
* **Mode Otomatis:**
  + Drone mengikuti waypoint secara otomatis menggunakan kontroler posisi (PID).
  + Kontroler menghitung thrust dan torsi yang dibutuhkan agar drone menuju target.

Proses Update Fisika

* Fungsi physics\_update(u, dt) menghitung perubahan posisi, kecepatan, orientasi, dan kecepatan sudut berdasarkan gaya dan torsi:
  + **Gaya thrust:** Dihasilkan oleh keempat rotor, dihitung dari kecepatan putar (RPM) dan koefisien thrust.
  + **Torsi:** Dihitung untuk roll, pitch, dan yaw berdasarkan distribusi thrust antar rotor.
  + **Efek drag:** Simulasi drag udara dan torsi drag pada sumbu rotasi.
  + **Integrasi Euler:** Posisi, kecepatan, dan orientasi diupdate menggunakan metode Euler berdasarkan percepatan dan kecepatan sudut.
  + **Ground friction:** Jika drone menyentuh tanah, gaya friksi diterapkan untuk menghentikan pergerakan lateral.
  + **Batasan fisik:** Posisi z tidak boleh di bawah permukaan tanah.

Siklus Simulasi Lengkap

**Spin-up:**

* + Sebelum takeoff, rotor diputar perlahan hingga mencapai RPM hover (spinup ramp).

**Waypoint Navigation:**

* + Drone bergerak menuju waypoint berikutnya, berpindah ke waypoint selanjutnya jika sudah cukup dekat.
  + Jika waypoint berupa hover (stabil di satu titik), kontroler menjaga posisi dan attitude.

**Landing:**

* + Jika perintah landing diberikan, drone mengikuti trajectory khusus untuk turun perlahan dan berhenti di tanah.

**Sensor & Mapping:**

* + Pada interval tertentu, drone melakukan scan terrain di bawahnya menggunakan kamera virtual.
  + Data heightmap terrain direkam dan divisualisasikan.

**Logging & Visualisasi:**

* + Setiap langkah, posisi drone, kecepatan, dan data sensor disimpan ke trajectory untuk analisis dan visualisasi.
  + GUI menampilkan telemetry, progress, thrust, dan hasil mapping secara real-time.

Interaksi Antar Komponen

* Fungsi step() memanggil kontroler, physics update, sensor, dan logging secara terintegrasi.
* Mode dan status drone (takeoff, landing, manual/otomatis) dapat diubah melalui GUI.