

### Pendahuluan

Pada tugas ini, dilakukan eksplorasi teori Localization and Filtering dengan menerapkan berbagai metode yang digunakan dalam robotika modern. Simulasi mencakup penggunaan Python (Google Colab) untuk studi algoritma Kalman Filter dan Particle Filter, serta platform Webots untuk mempraktikkan Kalman Filter dalam skenario lokalitas robot. Simulasi bertujuan untuk memahami cara algoritma ini menangani noise dan ketidakpastian pada data sensor guna meningkatkan akurasi navigasi.

---

## 1. Analisis Simulasi Python (Google Colab)

### Deskripsi Kode

- **Kalman Filter:**
  - Matriks transisi  $F$  digunakan untuk memperkirakan posisi berdasarkan kecepatan dan waktu. Model gerak ini dirancang untuk kondisi linear dengan parameter noise yang diatur pada matriks  $Q$ .
  - Matriks pengamatan  $H$  digunakan untuk menghubungkan prediksi dengan pengukuran sensor.
  - Matriks kovarian  $P$  memodelkan ketidakpastian sistem dan diperbarui pada setiap iterasi.
- **Particle Filter:**
  - Partikel-partikel digunakan untuk merepresentasikan distribusi kemungkinan posisi robot. Partikel diperbarui berdasarkan model gerak dan observasi sensor.
  - Proses resampling dilakukan untuk memilih partikel dengan bobot tinggi, memastikan estimasi lebih akurat.
  - Bobot dihitung menggunakan distribusi Gaussian untuk mengukur kedekatan antara partikel dan pengukuran aktual.

### Hasil Simulasi

- **Kalman Filter** menunjukkan kemampuan untuk menghasilkan estimasi posisi yang konsisten dan stabil dalam kondisi linear.
- **Particle Filter** menawarkan fleksibilitas lebih tinggi dalam menangani noise besar dan skenario non-linear, dengan visualisasi distribusi partikel yang menggambarkan ketidakpastian secara intuitif.

### Grafik Hasil

(Grafik visualisasi estimasi posisi oleh Kalman dan Particle Filter disisipkan di sini untuk membandingkan performa).

### Diskusi

- Kalman Filter memiliki performa optimal dalam skenario dengan noise rendah dan model gerak linear, namun menjadi kurang efektif dalam skenario non-linear.
  - Particle Filter lebih unggul dalam menangani noise besar, tetapi memerlukan sumber daya komputasi yang lebih tinggi untuk mempertahankan jumlah partikel yang mencukupi.
  - Kombinasi kedua algoritma ini dapat memberikan hasil yang lebih baik untuk berbagai skenario.
- 

## 2. Analisis Simulasi Webots

### Deskripsi Kode

- **Konfigurasi Sensor:**
  - GPS digunakan untuk mendapatkan data posisi absolut dengan ketelitian yang dibatasi oleh noise.
  - IMU digunakan untuk mendeteksi orientasi robot dalam sumbu X, Y, dan Z.
  - Encoder roda dapat ditambahkan untuk meningkatkan akurasi estimasi posisi melalui data kecepatan angular.
- **Implementasi Kalman Filter:**
  - Model gerak differential drive robot digunakan untuk memperkirakan posisi berdasarkan kecepatan roda.
  - Matriks transisi F dirancang untuk memperhitungkan hubungan antara kecepatan dan posisi.
  - Matriks pengamatan H disesuaikan untuk menggabungkan data dari GPS, IMU, dan encoder.

### Hasil Simulasi

- Estimasi posisi oleh Kalman Filter mendekati ground truth meskipun terdapat noise tinggi pada data GPS.
- Integrasi data dari IMU dan encoder roda menghasilkan estimasi yang lebih halus dan stabil dibandingkan hanya menggunakan GPS.
- Robot berhasil menjaga lintasan navigasinya bahkan dalam lingkungan dengan noise sensor tinggi.

### Tangkapan Layar Simulasi

(Gambar hasil simulasi Webots yang menunjukkan lintasan robot disisipkan di sini untuk mendukung analisis).

### Diskusi

- Kalman Filter di Webots menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik terhadap lingkungan virtual dengan noise.
  - Kombinasi sensor fusion dari GPS, IMU, dan encoder roda meningkatkan akurasi dan konsistensi estimasi posisi.
  - Namun, terdapat sedikit deviasi pada estimasi posisi akibat latency pengukuran GPS.
- 

## Kesimpulan

- **Kalman Filter** sangat efektif untuk skenario linear dengan noise rendah, tetapi terbatas pada kompleksitas gerak robot dan ketidakpastian tinggi.
- **Particle Filter** memberikan fleksibilitas lebih besar, tetapi trade-off dalam konsumsi sumber daya komputasi harus diperhatikan.
- Simulasi di Webots memperlihatkan pentingnya penggabungan data dari berbagai sensor untuk meningkatkan akurasi navigasi robot.

### Rekomendasi:

- Penggunaan **Extended Kalman Filter (EKF)** dapat dieksplorasi untuk skenario non-linear.
  - Kombinasi Kalman dan Particle Filter dapat menjadi solusi optimal untuk meningkatkan akurasi dalam berbagai kondisi.
  - Perlu dilakukan pengujian dengan lingkungan fisik nyata untuk mengukur performa algoritma dalam kondisi yang lebih dinamis.
-