

Nama : Faiz Hibatullah  
NIM : 1103210172  
Kelas : TK-45-G09

## **Analisis Simulasi**

### **1. Simulasi Python**

Pada simulasi Kalman Filter untuk estimasi posisi robot, algoritma ini digunakan untuk memprediksi dan memperbarui estimasi posisi robot berdasarkan data kontrol gerakan dan pengukuran dari sensor. Kalman Filter beroperasi secara rekursif dalam dua tahap: prediksi posisi menggunakan model gerakan linier, lalu memperbarui posisi dengan data pengukuran yang mengandung noise. Proses ini memungkinkan algoritma untuk memberikan estimasi posisi yang lebih akurat meskipun pengukuran tidak sempurna.

Selanjutnya, simulasi Particle Filter menangani distribusi non-Gaussian dengan pendekatan berbasis partikel. Sejumlah partikel dipilih secara acak untuk mewakili estimasi awal posisi robot. Setiap langkah waktu, prediksi dilakukan untuk semua partikel dengan memperhitungkan noise, sementara pembaruan bobot partikel didasarkan pada kesesuaian dengan pengukuran terkini. Partikel yang lebih sesuai akan dipilih kembali melalui proses resampling. Simulasi ini menunjukkan fleksibilitas Particle Filter dalam memberikan estimasi posisi yang stabil, bahkan ketika pengukuran penuh dengan noise.

Simulasi localization dengan penggabungan sensor IMU dan Lidar memperlihatkan bagaimana Kalman Filter digunakan untuk memadukan data dari kedua sensor tersebut. IMU digunakan untuk memprediksi pergerakan robot, tetapi hasilnya sering terpengaruh oleh drift akibat integrasi noise. Sebaliknya, Lidar menghasilkan pengukuran posisi dengan akurasi tinggi namun rentan terhadap noise pada data aktual. Kalman Filter digunakan untuk mengintegrasikan kelebihan kedua sensor ini, menghasilkan estimasi yang jauh lebih akurat daripada mengandalkan salah satu sensor saja.

Pada simulasi Extended Kalman Filter (EKF), algoritma ini dikembangkan untuk menangani masalah navigasi pada sistem non-linear. EKF menggunakan model gerakan dan pengukuran yang non-linear untuk memprediksi posisi dan orientasi robot. Model ini dilinearisasi menggunakan matriks Jacobian agar dapat diolah dalam framework Kalman Filter. EKF secara konsisten menghasilkan estimasi posisi yang akurat meskipun menghadapi noise proses dan pengukuran yang signifikan, menunjukkan keandalannya dalam sistem navigasi robot.

Terakhir, simulasi Particle Filter untuk navigasi dilakukan untuk memperkirakan posisi robot dalam lingkungan dinamis. Partikel diinisialisasi untuk mewakili kemungkinan posisi robot dalam ruang, dan prediksi dilakukan menggunakan model gerakan non-linear. Pengukuran sensor digunakan untuk memperbarui bobot partikel, dan resampling memastikan bahwa partikel yang lebih relevan tetap dipertahankan. Simulasi ini menunjukkan kekuatan Particle Filter dalam mengatasi ketidakpastian tinggi, bahkan dalam situasi yang kompleks.

### **2. Simulasi Robot Positioning Estimation using ML Techniques**

Pada repositori [\*\*joangerard/webots-thesis\*\*](#), simulasi memanfaatkan framework Webots dan TensorFlow untuk memprediksi posisi robot. Algoritma Kalman Filter digunakan bersama model pembelajaran mesin untuk meningkatkan akurasi prediksi posisi.

Integrasi TensorFlow pada repositori ini memungkinkan pemrosesan data sensor, seperti dari encoder roda dan Lidar, sebagai masukan untuk model pembelajaran mesin. File dataset utama seperti `robot_info_dataset-jumped.csv` digunakan untuk pelatihan model prediktor neural network. Dalam kasus ini, sistem memanfaatkan algoritma filtering tradisional (Kalman Filter) bersama metode data-driven untuk memberikan estimasi posisi robot yang lebih optimal. Kombinasi ini mengilustrasikan pendekatan hibrida yang memadukan teori filtering klasik dengan pembelajaran data untuk aplikasi robotik.

### **Simulasi Four-Wheeled Robot Localization with Kalman Filter**

Pada repositori **GogiPuttar/Four-wheeled-robot-localization-with-Kalman-Filter**, fokus simulasi adalah lokalisasi robot beroda empat dengan memanfaatkan encoder roda sebagai sumber data utama. Penggunaan Kalman Filter memastikan bahwa estimasi posisi robot lebih akurat meskipun data pengukuran mengandung noise.

Simulasi dimulai dengan prediksi posisi berdasarkan model gerakan linier, di mana data dari encoder digunakan untuk menghitung perubahan posisi. Pada tahap pembaruan, pengukuran dari sensor tambahan digunakan untuk memperbaiki estimasi prediksi. Grafik visualisasi menunjukkan perbandingan estimasi posisi, ground truth, dan data pengukuran.

Dengan Kalman Gain, kontribusi prediksi dan pembaruan dioptimalkan sehingga estimasi posisi lebih akurat meskipun terjadi noise pada sensor. Selain itu, repositori ini menyediakan implementasi modular, memudahkan modifikasi pada tahap prediksi atau pembaruan. Pendekatan ini sangat berguna untuk memahami konsep Kalman Filter dalam konteks lokalisasi robot beroda.