

Nama : Jhose Immanuel Sembiring

NIM : 1103202047

Tugas Week 12

### **1. Implementasi Filter Kalman untuk Estimasi Posisi Robot**

Simulasi ini bertujuan untuk memahami bagaimana Kalman Filter dapat digunakan untuk estimasi posisi robot berdasarkan pengukuran sensor yang bising. Kalman Filter menggabungkan data prediksi dari model pergerakan robot dengan data sensor untuk menghasilkan estimasi posisi yang lebih akurat. Pada hasil simulasi, garis hijau menunjukkan estimasi posisi oleh Kalman Filter yang mendekati garis biru sebagai posisi sebenarnya. Titik oranye mewakili data sensor yang memiliki noise tinggi. Hasil ini membuktikan bahwa Kalman Filter berhasil mengurangi ketidakpastian dan memberikan estimasi posisi yang lebih stabil serta akurat dibandingkan dengan data mentah sensor.

### **2. Implementasi Filter Partikel untuk Estimasi Posisi Robot**

Filter Partikel digunakan sebagai metode alternatif untuk estimasi posisi, terutama dalam kasus di mana asumsi Gaussian Kalman Filter tidak dapat dipenuhi. Dalam simulasi ini, partikel-partikel mewakili kemungkinan posisi robot berdasarkan distribusi probabilistik. Estimasi Filter Partikel (garis hijau) berhasil mendekati posisi sebenarnya (garis biru) setelah beberapa iterasi, sementara data sensor (titik oranye) tetap menyebar secara acak akibat noise. Filter Partikel menunjukkan kinerja yang baik untuk mengatasi ketidakpastian lebih kompleks, meskipun memerlukan perhitungan yang lebih intensif dibandingkan Kalman Filter.

### **3. Implementasi Localization dengan Sensor IMU dan Lidar**

Pada simulasi ini, sensor IMU dan Lidar digunakan untuk estimasi posisi robot. Data Lidar memberikan pengukuran jarak yang bising, sementara IMU mengukur perubahan posisi melalui akselerasi. Kalman Filter digunakan untuk menggabungkan data dari kedua sensor, menghasilkan estimasi posisi yang lebih akurat. Hasil simulasi menunjukkan garis hijau (estimasi Kalman Filter) yang berfluktuasi di sekitar posisi sebenarnya (garis biru), dengan titik oranye (pengukuran Lidar) menyebar secara signifikan akibat noise. Ini membuktikan pentingnya fusi sensor untuk meningkatkan keakuratan estimasi posisi.

### **4. Implementasi Simulasi Ekstensi Kalman Filter untuk Navigation**

Simulasi ini memperluas penggunaan Kalman Filter menjadi Extended Kalman Filter (EKF) untuk navigasi dalam lintasan non-linear. EKF mampu menangani sistem non-linear dengan melakukan pendekatan linear terhadap fungsi non-linear melalui Jacobian matrix. Pada hasil simulasi, garis hijau (EKF Estimate) mendekati lintasan sebenarnya (garis biru) meskipun terdapat noise pada pengukuran sensor (titik oranye). Hasil ini menunjukkan bahwa EKF efektif dalam

memodelkan navigasi non-linear dengan estimasi posisi yang baik meskipun menghadapi ketidakpastian.

### **5. Implementasi Particle Filter untuk Navigation**

Filter Partikel diterapkan dalam navigasi untuk memperkirakan posisi robot pada lintasan non-linear dengan distribusi partikel. Dibandingkan EKF, Particle Filter mampu menangani distribusi non-Gaussian dan kompleksitas lingkungan yang lebih tinggi. Pada simulasi ini, partikel-partikel menyebar pada posisi awal dan secara bertahap mengkonvergensi menuju posisi sebenarnya. Garis hijau (Particle Filter Estimate) berhasil mengikuti lintasan sebenarnya (garis biru) dengan baik setelah iterasi. Titik oranye menunjukkan data sensor yang bising. Hasil ini membuktikan keunggulan Filter Partikel dalam navigasi yang melibatkan noise tinggi dan sistem non-linear.

### **Analisis Simulasi Lokalisasi Robot Menggunakan Kalman Filter di Webots**

Dalam simulasi ini, implementasi Kalman Filter digunakan untuk memperkirakan posisi robot E-puck secara lebih akurat dengan menggabungkan data odometri dan pengukuran sensor proximity. Data odometri diperoleh dari encoder roda kiri dan kanan, yang dihitung untuk mendapatkan jarak tempuh rata-rata dan perubahan orientasi robot. Sementara itu, sensor proximity depan (ps0 dan ps7) digunakan sebagai pengukuran tambahan yang membantu menyesuaikan prediksi posisi robot. Hasil dari Kalman Filter, yang mencakup estimasi posisi real-time, menunjukkan nilai yang lebih stabil dibandingkan jika hanya mengandalkan salah satu sumber data. Hal ini membuktikan kemampuan Kalman Filter dalam mengurangi noise dan ketidakpastian dari masing-masing sensor, sehingga memperbaiki performa lokalisasi robot.

Selain itu, simulasi ini memperlihatkan pergerakan robot yang dinamis dengan integrasi logika penghindaran rintangan. Ketika robot mendeteksi rintangan di depannya melalui sensor proximity, ia secara otomatis melakukan manuver berbelok tajam untuk menghindari hambatan. Perubahan nilai sensor proximity selama simulasi menunjukkan respons sensor terhadap lingkungan, di mana nilai yang lebih kecil menandakan jarak yang semakin dekat dengan rintangan. Dengan kombinasi ini, robot berhasil bergerak secara mandiri dalam lingkungan simulasi sambil mempertahankan estimasi posisi yang akurat. Analisis ini menegaskan bahwa penggunaan Kalman Filter dan logika penghindaran rintangan memungkinkan robot E-puck untuk melakukan navigasi yang efisien, responsif, dan terkontrol.