

**PERANCANGAN KENDALI ADAPTIF KURSI RODA ELEKTRIK
MENGUNAKAN MULTI-SENSOR INERSIA DAN *DYNAMIC*
THRESHOLDING BERBASIS *RANDOM FOREST***

TUGAS AKHIR

Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu (S-1) di
Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

Oleh

OKKY SAPUTRA

2210952036

Pembimbing 1:

Ir.HERU DIBYO LAKSONO, S.T, M.T

NIP. 197701072005011002

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Eng. Ir. MUHAMMAD ILHAMDI RUSYDI, S.T, M.T

NIP. 198205222005011002



Program Studi Sarjana

Teknik Elektro

Fakultas Teknik

Universitas Andalas

2026

Judul	Perancangan Kendali Adaptif Kursi Roda Elektrik Menggunakan Multi-Sensor Inersia dan <i>Dynamic Thresholding</i> Berbasis <i>Random Forest</i>	Okky Saputra
Program Studi	Teknik Elektro	2210952036
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
Abstrak Sistem kendali alternatif <i>hands-free</i> pada kursi roda elektrik menjadi sebuah urgensi bagi individu yang mengalami keterbatasan motorik ganda pada ekstremitas atas dan bawah. Penggunaan gestur batang tubuh (<i>torso</i>) menggunakan sensor inersia menawarkan otonom gerak yang natural. Namun, pendekatan konvensional dengan <i>threshold</i> statis yang kaku rentan mengalami kegagalan deteksi (<i>false negative</i>) saat pengguna mulai mengalami fenomena kelelahan otot (<i>muscle fatigue</i>) yang mendegradasi amplitudo gerakan. Penelitian ini mengusulkan arsitektur kendali adaptif kursi roda elektrik berbasis gestur badan menggunakan jaringan sensor inersia MPU-6050 yang mengintegrasikan kompensasi <i>threshold</i> dinamis dan algoritma <i>Random Forest</i>. Inovasi utama sistem ini terletak pada penerapan filter <i>Exponential Moving Average</i> (EMA) untuk mengkalibrasi ulang batas pemicu aksi secara <i>real-time</i> menyesuaikan sisa tenaga pengguna. Sinyal gerakan yang lolos dari filter adaptif selanjutnya diklasifikasikan oleh algoritma <i>Random Forest</i> ke dalam lima perintah navigasi: fleksi (maju), ekstensi (mundur), lateral bending kanan (belok kanan), lateral bending kiri (belok kiri), dan tegap (diam). Berdasarkan pengujian validasi model <i>Stratified 5-Fold Cross-Validation</i>, algoritma <i>Random Forest</i> memperoleh akurasi rata-rata sebesar 94.00%, sementara pengujian performa kendali nyata pada 15 responden menunjukkan peningkatan akurasi dari 95.11% (tanpa <i>threshold</i> dinamis) menjadi 97.33% (menggunakan <i>dynamic thresholding</i> EMA). Selain itu, sistem menunjukkan efisiensi komputasi yang tinggi dengan latensi rata-rata sebesar 68.20 ms, jauh di bawah batas toleransi sistem <i>real-time</i> (150 ms). Sinergi metode ini terbukti mampu menghasilkan sistem navigasi kursi roda elektrik yang aman, responsif, dan adaptif terhadap dinamika stamina fisik penggunanya. Kata Kunci: Kursi Roda Elektrik, Sensor Inersia, <i>Threshold</i> Dinamis, <i>Exponential Moving Average</i>, <i>Random Forest</i>.		

<i>Title</i>	<i>Design of Adaptive Electric Wheelchair Control Using Multi-Inertial Sensors and Random Forest-Based Dynamic Thresholding</i>	Okky Saputra
<i>Study Program</i>	<i>Electrical Engineering</i>	2210952036
<i>Faculty of Engineering Andalas University</i>		
<i>Abstract</i> <i>Hands-free alternative control systems for electric wheelchairs are crucial for individuals with dual motor impairments in both upper and lower extremities. Torso-based gesture control using inertial sensors offers natural mobility autonomy. However, conventional approaches employing rigid static thresholds are highly susceptible to detection failures (false negatives) due to muscle fatigue, which degrades movement amplitude. This research proposes an adaptive electric wheelchair control architecture based on body gestures using a network of MPU-6050 inertial sensors, integrating dynamic threshold adjustment and the Random Forest algorithm. The core innovation lies in the implementation of an Exponential Moving Average (EMA) filter to autonomously recalibrate action-triggering boundaries in real-time according to the user's remaining muscle strength. Gesture signals passing through this adaptive filter are subsequently classified by the Random Forest algorithm into five navigation commands: flexion (forward), extension (backward), right lateral bending (turn right), left lateral bending (turn left), and neutral posture (stop). Based on Stratified 5-Fold Cross-Validation, the Random Forest model achieves an average accuracy of 94.00%, while real-time performance testing involving 15 respondents demonstrates an accuracy improvement from 95.11% (without dynamic thresholding) to 97.33% (using EMA dynamic thresholding). Furthermore, the system demonstrates high computational efficiency with an average latency of 68.20 ms, which is well within the 150 ms real-time safety threshold. The synergy of these methods proves capable of delivering a safe, responsive, and adaptive electric wheelchair navigation system tailored to the dynamics of the user's physical stamina.</i> Keywords: <i>Electric Wheelchair, Inertial Sensor, Dynamic Threshold, Exponential Moving Average, Random Forest.</i>		