



Kontrol Anti-Jackknife Pada Purwarupa Trailer Truk Otonom Penjejak Lajur menggunakan Metode Optimasi Particle Swarm Optimization (PSO) dan Genetic Algorithm (GA)

Penyusun : M Afghan Fadillah R (23818005)

Pembimbing : Augie Widyotriatmo, ST, MT, PhD; Dr. Ing. Ir Parsaulian Ishaya. Siregar, Dipl. Ing.



Laboratorium Sistem Otonom, Program Studi Magister Instrumentasi dan Kontrol, Fakultas Teknologi Industri, ITB

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Trailer truk otonom memiliki dua bagian kaku yaitu head dan trailer. *Head* adalah bagian depan truk dan Trailer adalah bagian yang dihubungkan dengan *head* melalui *joint* atau titik penghubung. Sehingga, tenaga penggerak utama trailer truk otonom hanya ada di *head* dan pergerakan trailer bergantung pada orientasi sudut kemudi pada head. Sehingga hal ini yang menyebabkan trailer sering kali tidak dapat dikontrol sehingga menyebabkan trailer tergeincir, putus ataupun terguling, yang disebut peristiwa *jackknife*. Penelitian ini akan disajikan sebuah pencarian nilai *tuning* untuk kontrol kecepatan dan sudut kemudi gerakan mundur menggunakan metode optimasi Genetic Algorithm (GA) dan Particle Swarm Optimization (PSO) dengan batasan agar tidak terjadi efek jackknife pada truk.

Tujuan

1.) Merancang sebuah algoritma kontrol anti-jackknife pada truk trailer otonom menggunakan metode optimasi. 2.) Menganalisis keberhasilan desain kontrol yang didapatkan untuk masing-masing metode optimasi yang diusulkan 3.) Mengimplementasi desain kontrol untuk gerakan mundur pada truk trailer otonom

METODOLOGI

1 Kontrol Sudut Kemudi (δ)

$$\psi = -\tan^{-1}\left(\left(\frac{lt}{v_h}\right)\left(K_{\theta, tp} e_{\theta, tp} + e_t v_h - \left(\frac{\sin e_{\theta, tp}}{e_{\theta, tp}}\right)\right)\right)$$
$$z = \psi - e_{\theta, th}$$
$$\delta = \tan^{-1}\left(\left(\frac{lh}{v_h}\right)\left(-K_{\theta, th} z - \frac{v_h}{lt} \tan e_{\theta, th} \cos e_{\theta, th} + \dot{\psi}\right)\right)$$

2 Kontrol Kecepatan (v_h)

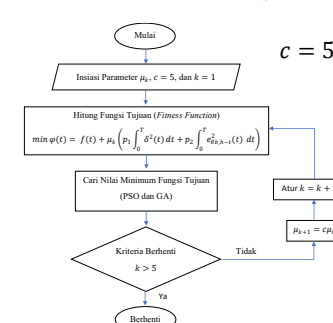
$$v_h = \frac{v_h - \max}{1 + K_t e_t + K_{\theta, tp} e_{\theta, tp} + K_{\theta, th} e_{\theta, th}}$$

3 Fungsi Tujuan IAE (Metode Pinalti)

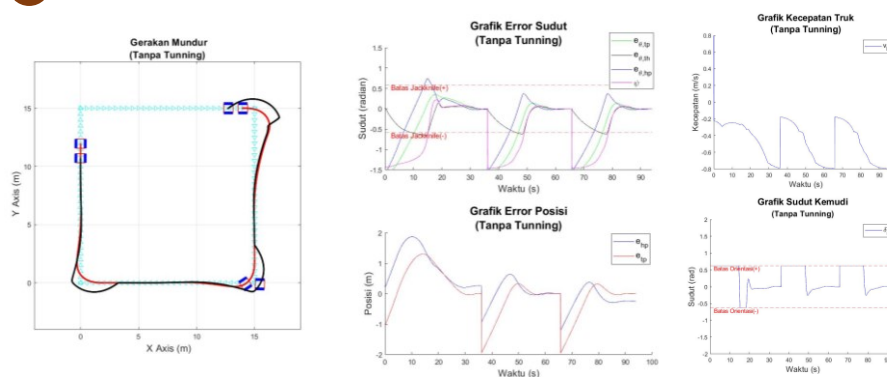
$$f(K_{desain}) = \int_0^T |e(t)| dt$$
$$\min_{K_{desain}} \varphi(K_{desain}) = f(K_{desain}) + \mu_k \left(p_1 \int_0^T \delta^2(t) dt + p_2 \int_0^T e_{\theta, ht}^2(t) dt \right)$$

Dengan $\begin{cases} |\delta(K_{desain})| - \frac{\pi}{5} \geq 0, p_1 = 1 \\ |\delta(K_{desain})| - \frac{\pi}{5} < 0, p_1 = 0 \end{cases}, \begin{cases} |e_{\theta, ht}(K_{desain})| - \frac{\pi}{5} \geq 0, p_2 = 1 \\ |e_{\theta, ht}(K_{desain})| - \frac{\pi}{5} < 0, p_2 = 0 \end{cases}$

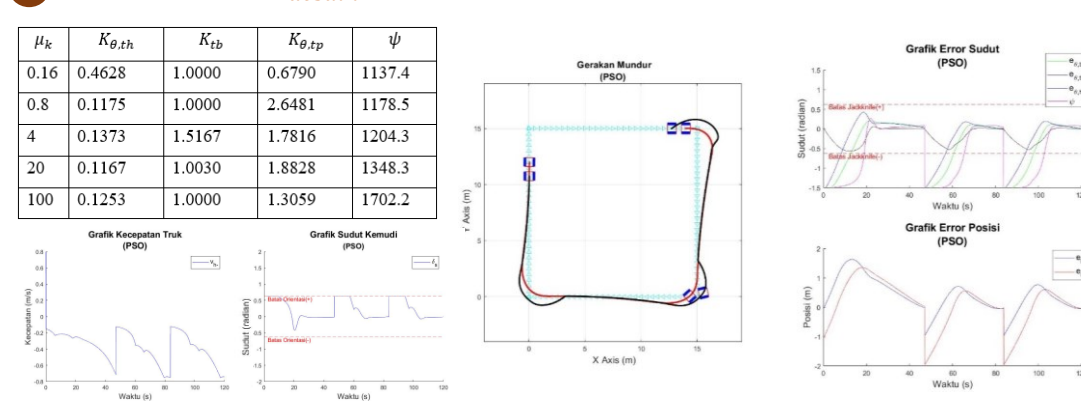
4 Algoritma Parameter Fungsi Pinalti (μ_k)



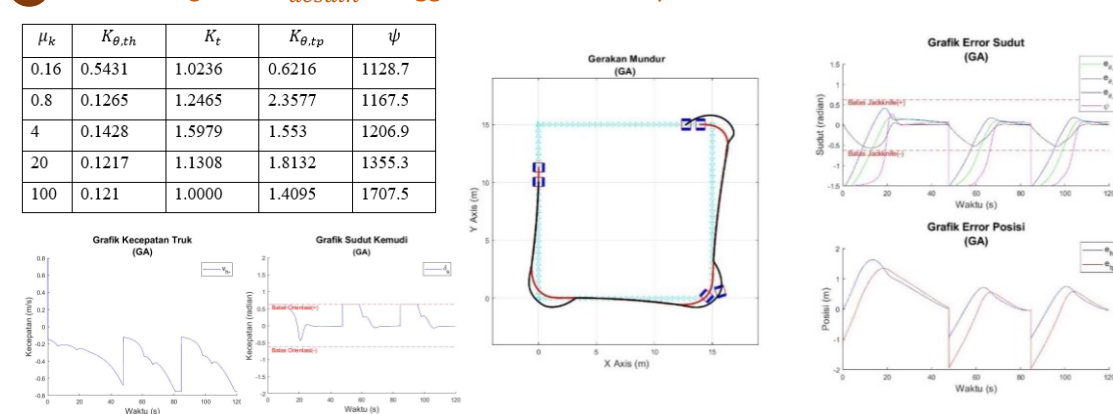
1 Simulasi Jackknife



2 Hasil Tuning Nilai K_{desain} menggunakan Metode Optimasi PSO

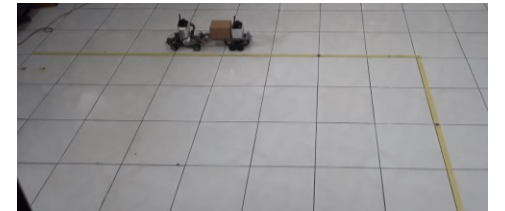


3 Hasil Tuning Nilai K_{desain} menggunakan Metode Optimasi PSO



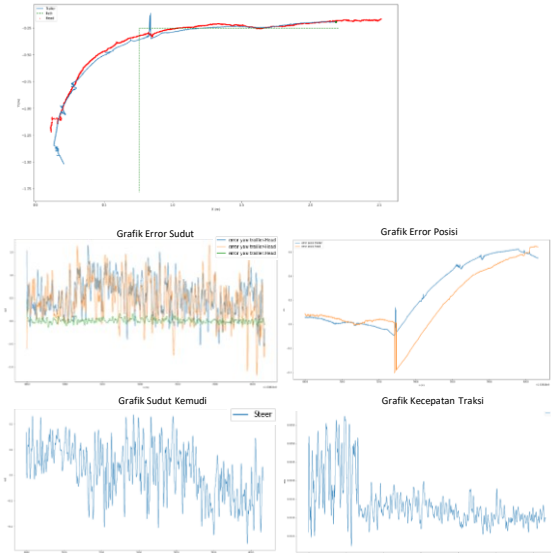
HASIL DAN ANALISIS

4 Gambaran Lingkungan Implementasi



Implementasi dibangun dengan panjang lintasan 2.1 x 1.2 meter. Dimensi untuk bagian *head* sebesar 0.21 m dan trailer sebesar 0.34 m yang dilengkapi sensor GPS pada bagian *head* dan trailer.

5 Hasil Implementasi



6 Analisa Sistem Kontrol Simulasi

Indeks Performansi	$e_{\theta, hp}$	$e_{\theta, tp}$	$e_{\theta, th}$	e_t	e_h	Total
PSO						
IAE	609,807	958,267	412,158	1040,457	727,323	3710,077
ISE	537,073	1077,971	185,910	1063,954	562,363	3393,277
ITAE	470445,1	793316,08	357462,7	851461,9	448741,1	2884731,9
GA						
IAE	598,209	954,579	418,458	1027,924	689,388	3688,558
ISE	535,231	1082	195,074	1066,113	528,369	3406,787
ITAE	456489,5	789883,9	363032,6	851462	412046	2872914

KESIMPULAN

1) Desain kontrol anti-jackknife dirancang dengan mencari nilai *tuning* dari $[K_{tb} K_{\theta, tp} K_{\theta, th}]$ yang tidak melanggar batas dan diusulkan metode pinalti dalam desain fungsi tujuan. 2) Berdasarkan analisis indeks performansi menggunakan metode Genetic Algorithm (GA) nilai IAE sebesar 3688.558, ISE sebesar 3406.787 dan ITAE sebesar 2872914. Sedangkan untuk PSO memiliki nilai IAE sebesar 3710.077, ISE sebesar 3393.277 dan ITAE sebesar 2884731.9. 3) Grafik sudut kemudi dan grafik posisi untuk implementasi dan simulasi menunjukkan bahwa sistem membutuhkan ruang yang besar untuk berbelok pada sudut ekstrem 90°