TUGAS AKHIR

ANALISIS RESPON TRANSIEN SENSOR GARIS TERHADAP KECEPATAN TINGGI PADA ROBOT SUMO KELAS HIGH SPEED

OLEH:

TORPAN
222214028

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA

2026

TUGAS AKHIR

ANALISIS RESPON TRANSIEN SENSOR GARIS TERHADAP KECEPATAN TINGGI PADA ROBOT SUMO KELAS HIGH SPEED

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Elektro

OLEH:

TORPAN
222214028

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA

2026

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Judul	: Analisis Respon Transien Sensor Garis Terhadap Kecepatan Tinggi Pada Robot Sumo Kelas High Speed
Nama	: Torpan
Nim	: 222214028
Program Studi	: TEKNIK ELEKTRO

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Ir. Martina Pineng, ST.,M.T	**Lantana Dioren Rumpa, S.Kom.,MT**
NIDN: 0901078502	NIDN: 0922108401

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Prodi Teknik Elektro
Dr. Ir. Nitha, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.	**Ariyen Duri', S.T.,M.T**
NIDN: 0902117802	NUPTK: 1734777678230102

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja. Telah diseminarkan

pada hari Senin tanggal 10 Agustus 2026.

Nama : TORPAN

NIM : 222214028

Judul : ANALISIS RESPON TRANSIEN SENSOR GARIS TERHADAP KECEPATAN TINGGI PADA ROBOT SUMO KELAS HIGH SPEED

Dengan susunan dosen pembimbing dan penguji seminar sebagai berikut:

Dosen Pembimbing

1. Dr. Ir. Martina Pineng, S.T., M.T. (.....)
2. Lantana D. Rumpa, S.Kom., M.T. (.....)

Dosen Penguji

1. Ir. Yusri Ambabunga, S.T., M.T. (.....)
2. Bergita Gela M. Saka, S. Si., M. Sc. (.....)
3. Ariyen Duri', S. T., M. T. (.....)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak terdapat karya yang telah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali di terbitkan secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Rantepao 10, Agustus 2026



Torpan

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis respon transien sensor inframerah TCRT5000 pada robot sumo *high speed* guna mengatasi masalah robot keluar arena (*overshoot*). Kendala latensi pembacaan sensor dan konversi ADC diatasi dengan mengubah *prescaler* register ADCSRA Arduino Uno dari 128 menjadi 16, yang meningkatkan *sampling rate* ADC dari 4,39 kHz menjadi 27,78 kHz dan memangkas waktu baca dua sensor dari 228,00 µs menjadi 36,00 µs. Pengujian dinamis (PWM 100–255) menunjukkan *rise time* (t_r) sensor menyusut dari 16,0 ms menjadi 1,0 ms pada kecepatan maksimum (0,40 m/s) dengan latensi spasial sasis hanya 0,40 mm. Sistem mencapai tingkat keberhasilan pengereman 100% pada kecepatan 0,32 m/s (PWM 150) sebagai Batas Kecepatan Maksimum Aman (*Safe Maximum Speed*). Kegagalan pengereman pada kecepatan 0,40 m/s terbukti bukan disebabkan oleh respon sensor, melainkan akibat selip mekanis (*skidding*) akibat momentum robot yang tinggi dan diameter roda yang besar (6 cm).

Kata Kunci: Respon Transien, TCRT5000, Robot Sumo, *Sampling Rate* ADC, *Safe Maximum Speed*.

ABSTRACT

This study analyzes the transient response of the TCRT5000 line sensor on a high-speed sumo robot to prevent arena overshoot. Sensor latency and ADC conversion delays were optimized by changing the Arduino Uno ADCSRA prescaler from 128 to 16, increasing the sampling rate from 4.39 kHz to 27.78 kHz and reducing dual-sensor reading time from 228.00 µs to 36.00 µs. Dynamic testing (PWM 100–255) showed the sensor rise time (t_r) decreased from 16.0 ms to 1.0 ms at maximum speed (0.40 m/s), resulting in a spatial chassis delay of only 0.40 mm. A 100% braking success rate was achieved at 0.32 m/s (PWM 150), establishing it as the Safe Maximum Speed. Braking failure at 0.40 m/s was caused by mechanical skidding due to high momentum and large wheel diameter (6 cm), rather than sensor latency.

***Keywords**: Transient Response, TCRT5000, Sumo Robot, ADC Sampling Rate, Safe Maximum Speed.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi karunia kesehatan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi strata satu (S1) program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja. Penulis banyak mengalami rintangan dan kendala dalam menyusun tugas akhir ini namun dapat diselesaikan dengan baik. Adapun judul tugas akhir ini adalah: "*analisis respon transien sensor garis terhadap kecepatan tinggi pada robot sumo kelas high speed".*

Penulis menyadari keberhasilan untuk menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah memberi bantuan moril dan materil dalam penyusunan tugas akhir ini

1. Kedua Orang Tua, Ayah Yohanis Patandung dan Ibu Nita Sampe yang telah membesarkan dan mendidik saya dan memberi semangat dan motivasi serta membiayai dalam pendidikan.
2. Ir. Yusri Ambabunga.S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja.
3. Dr. Ir. Martina Pineng.S.T.,M.T selaku pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.

4. Lantana D. Rumpa, S.Kom., M.T. selaku pembimbing 2 yang telah banyak memberikan semangat dan motivasi serta arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
5. Segenap Staf Dosen, Admin Program Studi dan Staf Perpustakaan UKI Toraja yang telah memberikan pengetahuan dan bantuan administrasi pada penulisan selama studi dikampus.
6. Ariyen Duri', S.T., M. T. selaku kepala laboratorium yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitan ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro UKI Toraja, yang begitu banyak memberi masukan.
8. Penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada teman-teman PPGT Jemaat Rantepao dan Keluarga Besar Multimedia Solideo Rantepao Channel yang senantiasa memberikan semangat, ruang untuk berkarya, serta rasa kekeluargaan dan doa yang begitu hangat sepanjang proses perkuliahan hingga akhir penyusunan tugas akhir ini.

Kira-Nya Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa melindungi dan memberikan berkat kepada pembaca. Harapan penulis semoga tugas akhir ini mampu menjadi pedoman bagi semua pihak yang memerlukan dan menjadikannya sebagai bahan kajian yang layak untuk dipelajari.

Rantepao 10, Agustus 2026

Penulisa

Torpan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN iii

LEMBAR PERSETUJUAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN v

ABSTRAK vi

ABSTRACT vii

KATA PENGANTAR viii

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

NOMENKLATUR xv

BAB I PENDAHULUAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.1. Latar Belakang ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.2. Rumusan Masalah ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.3. Tujuan Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.4. Batasan Masalah ..... **Error! Bookmark not defined.**

1.5. Manfaat Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.1 Robot Sumo ..... Error! Bookmark not defined.

2.2 Sistem Sensor pada Robot ..... Error! Bookmark not defined.

2.3 Sensor Garis Reflektif Inframerah ..... Error! Bookmark not defined.

2.4 Respon Transien Sistem ..... Error! Bookmark not defined.

2.5 Pengaruh Kecepatan Robot terhadap Sistem Sensor . Error! Bookmark not defined.

2.6 Mikrokontroler dalam Sistem Robot ..... Error! Bookmark not defined.

2.7 Sistem Sensor dan Latensi..... Error! Bookmark not defined.

2.8 Parameter Pengukuran ..... Error! Bookmark not defined.

2.9 Penelitian Terkait ..... Error! Bookmark not defined.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....**Error! Bookmark not defined.**

3.1. Waktu dan Tempat.....**Error! Bookmark not defined.**

3.1.1. Waktu Penelitian ..... Error! Bookmark not defined.

3.1.2. Tempat Penelitian..... Error! Bookmark not defined.

3.2 Alat dan Bahan.....**Error! Bookmark not defined.**

3.2.1 Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*) .....Error! Bookmark not defined.

3.2.2 Spesifikasi Perangkat Lunak (*Software*) .....Error! Bookmark not defined.

3.2.3 Diagram Blok dan Skema Pengawatan Sistem .. Error! Bookmark not defined.

3.3 Parameter Pengukuran .....**Error! Bookmark not defined.**

3.3.1 Respon Transien (*Rise Time* dan *Fall Time*) .....Error! Bookmark not defined.

3.3.2 Latensi Sistem..... Error! Bookmark not defined.

3.3.3 Pengukuran Kecepatan Linier Robot ... Error! Bookmark not defined.

3.4 Prosedur dan Langkah Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

3.5 Teknik Analisis Data .....**Error! Bookmark not defined.**

3.6 Jadwal Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....**Error! Bookmark not defined.**

4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras .....**Error! Bookmark not defined.**

4.2 Hasil Pengujian Perangkat Keras dan Kalibrasi .. **Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 Karakteristik Statis Sensor TCRT5000 dan Kalibrasi Threshold **.....**Error! Bookmark not defined.

4.2.2 Hasil Pengaturan Kecepatan Sampling ADC Mikrokontroler . Error! Bookmark not defined.

4.2.3 Pengujian Kecepatan dan Driver Motor (Sistem Aktuator) ..... Error! Bookmark not defined.

4.3 Hasil Pengujian dan Analisis Respon Transien Sensor (Kondisi Dinamis) .....**Error! Bookmark not defined.**

4.4 Pengujian Efektivitas Algoritma Thresholding Dinamis..... **Error! Bookmark not defined.**

4.5 Pembahasan Fenomena "Kebablasan" (*Overshoot*) Robot ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.4.1 Analisis Pengaruh Kecepatan terhadap Jarak Rem Semu ..... Error! Bookmark not defined.

4.4.2 Penentuan Batas Kecepatan Maksimum Aman (*Safe Maximum Speed*) .....**Error! Bookmark not defined.**

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....**Error! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan .....**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran .....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA.....**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Research Gap.....16

Tabel 3.1 Spesifikasi Teknis dan Fungsi Instrumen Penelitian……..19

Tabel 3.2 Spesifikasi Teknis dan Fungsi Software Penelitian……21

Tabel 3.6 Jadwal Penelitian……....29

Tabel 4.1 Data Hasil Kalibrasi Statis Sensor TCRT5000……...35

Tabel 4.2 Hasil Pengaturan Kecepatan Sampling ADC Mikrokontroler……...38

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Parameter Elektrik dan Mekanis Sistem Aktuator…...42

Tabel 4.4 Hasil Pengujian dan Analisis Respon Transien Sensor……..45

Tabel 4.5 Perbandingan Keandalan Deteksi Garis: *Static* vs *Dynamic Thresholding*.....*48*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot Sumo Elekrobotech…….6

Gambar 2.2 Sistem Sensor pada Robot.....7

Gambar 2.3 Sensor TCRT5000.....8

Gambar 2.6.1 Arduino Uno.....11

Gambar 3.1 Maps Laboratorium Teknik Elektro.....18

Gambar 3.2.3 Skema Pengawatan Sistem…….22

Gambar 3.2.3 Diagram blok system……..24

Gambar 4.1 Pemasangan Baterai dan Kabel Jumper Komponen…….30

Gambar 4.1 Pemasangan jalur ground……..31

Gambar: 4.1 program Karakteristik Statis Sensor TCRT5000 ……33

Gambar 4.2 Grafik kalibrasi sensor TCRT5000……...34

NOMENKLATUR

Simbol/Variabel	Keterangan	Satuan
v	Kecepatan linier nyata dari perkembangan robot sumo	Meter per sekon (m/s)
v_{aman}	Batas ambang kecepatan linier maksimum yang aman	meter per sekon (m/s)
s	Jarak lintasan pengujian yang ditentukan	meter (m)
Δs	Jarak rem semu (jarak tunda spasial sasis robot)	meter (m) atau milimeter (mm)
s_{sasis}	Jarak fisik ujung sasis depan robot terhadap sumbu sensor	meter (m) atau sentimeter (cm)
t_{tempuh}	Durasi waktu tempuh robot melintasi jarak linear lintasan	sekon (s)
t_r	*Rise time* (waktu naik respon transien isyarat sensor)	milidetik (ms)
t_f	*Fall time* (waktu turun respon transien isyarat sensor)	milidetik (ms)
t_{ADC}	Waktu tunda eksekusi siklus konversi analog ke digital	milidetik (ms)
$t_{\text{total delay}}$	Akumulasi durasi waktu tunda propagasi elektrik total sistem	milidetik (ms) atau sekon (s)
m	Massa total dari struktur mekanis robot sumo	kilogram (kg)
Δ	Selisih margin tingkat kontras nilai digital luaran sensor	-