

SKRIPSI

**ANALISIS DINAMIS SISTEM KEMUDI DAN SISTEM PENEREMAN
KENDARAAN TOYOTA AVANZA TIPE G TAHUN 2011**



Oleh:

Ferdion Ardiansyach Putra

210017043

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Program Studi Teknik Mesin S1

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

ANALISIS DINAMIS SISTEM KEMUDI DAN SISTEM Pengereman
KENDARAAN TOYOTA AVANZA TIPE G TAHUN 2011

Disusun Oleh :

Ferdion Ardiansyach Putra

210017043

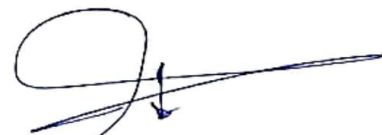
Telah diperiksa dan disetujui,

Yogyakarta, 12 Juli 2022

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Ir. M. Abdulkadir, M.T.
NIKK. 1973000139


Ir. Harianto, M.T
NIK. 19730052

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Mesin S1


Ir. Wartono, M.Eng.
NIP. 19621115199403 1001



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

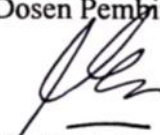
SOAL TUGAS AKHIR

No : 84/ITNY/Prodi. TM-S1/TGA/III/2021

Nama Mahasiswa : Ferdion Ardiansyach Putra
Nomor Mahasiswa : 210017043
Soal : Analisis Dinamis Sistem Kemudi dan Sistem Pengereman
Kendaraan Toyota Avanza Tipe G Tahun 2011



Yogyakarta, 23 Maret 2021
Dosen Pembimbing I


Ir. M. Abadulkadir, M.T.
NIKK. 1973000139

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DINAMIS SISTEM KEMUDI DAN SISTEM Pengereman

KENDARAAN TOYOTA AVANZA TIPE G TAHUN 2011

Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Diterima

Guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai

Derajat Sarjana Teknik Mesin S1

Prodi Teknik Mesin S1

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Pada, 20 Juli 2022

Oleh : Ferdion Ardiansyach Putra / 210017043

Disahkan oleh :

1. Ir. M. Abdulkadir, M.T.
Ketua penguji
2. Ir. Harianto, M.T.
Anggota penguji I
3. Ir. Y. Agus Jayatun, M.T.
Anggota penguji II

Tanda Tangan


.....

.....

.....

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknologi Industri,



Dr. Daru Sugati, S.T., M.T.

/ NIK. 1973 0125

Menyetujui,

Ketua Program Studi

Teknik Mesin S1,

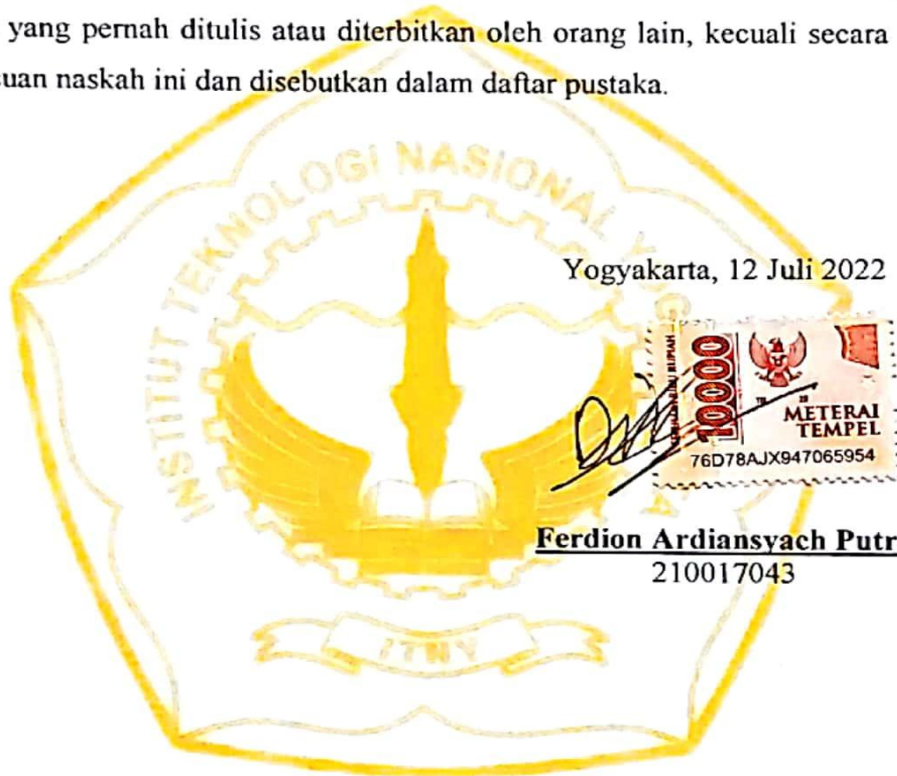


Ir. Wartono, M. Eng.

NIP. 19621115199403 1001

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak pernah terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana teknik mesin di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis bahwa acuan naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Yogyakarta, 12 Juli 2022

Ferdion Ardiansyach Putra
210017043



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi menjadi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana S1, pada Program Studi Teknik Mesin S1, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Adapun judul Skripsi ini adalah “**Analisis Dinamis Sistem Kemudi dan Sistem Pengereman Toyota Avanza Tipe G Tahun 2011**”.

Penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, oleh karena itu, perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi kemudahan dalam setiap langkah hidup serta mengabulkan setiap doa - doa.
2. Orang tua yang telah membiayai, memberikan semangat, serta do'a yang tiada henti.
3. Bapak Dr. Ir. H. Ircham, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Daru Sugati, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
5. Bapak Ir. Wartono, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
6. Ibu Anita Susiana, S.T., M.Eng., selaku Dosen pembimbing akademik.
7. Bapak Ir. M. Abdulkadir, M.T., selaku Dosen pembimbing I.
8. Bapak Ir Harianto, M.T., selaku Dosen pembimbing II.
9. Semua Dosen Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah banyak memberikan ilmunya.
10. Bapak-Ibu Dosen dan Staf Karyawan ITNY.
11. Teman-teman Teknik Mesin ITNY yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi yang telah terselesaikan, masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat lebih disempurnakan lagi di kemudian hari.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat dijadikan tambahan referensi bagi rekan - rekan mahasiswa Teknik Mesin ITNY dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 12 Juli 2022

Penulis



Ferdion Ardiansyach Putra

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Syukur saya panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesainya Skripsi ini dengan baik dan lancar. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, bapak dan ibu, terima kasih atas doa, support, cinta, dan kasih sayang yang tak pernah henti. Semoga Tuhan mengampuni dan menyayangi keduanya seperti mereka menyayangiku.
2. Bapak Ir. M. Abdulkadir, M.T., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Harianto, M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar dan tanpa lelah dalam membimbing dan juga memberi motivasi.
3. Adik saya Letto, terima kasih untuk doa dan semangatnya.
4. Kepada teman seperjuangan, Mathius, Gintarko, Nico, Sandika, Iman, dan Irfan terima kasih yang selalu ada, memberikan semangat dan memotivasi saya.
5. Kepada teman teman seangkatan yang sudah membantu, memberi saran dan semangat.
6. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan Skripsi yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN SOAL	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Mesin Kendaraan	5
2.2.2 Kinerja Mesin Kendaraan	6
2.2.3 Traksi pada Kendaraan	8
2.2.4 Sistem Pemindah Tenaga	13
2.2.4.1 Kopling (<i>Clutch</i>).....	13
2.2.4.2 Transmisi	14
2.2.4.3 Poros <i>Propeller</i> (<i>Propeller Shaft</i>).....	17
2.2.4.4 Gardan (<i>Differential</i>)	19
2.2.5 Sistem Kemudi	21

2.2.5.1 Steering Column	21
2.2.5.2 Steering Gear	23
2.2.5.3 Steering Linkage	23
2.2.5.4 Power Steering	24
2.2.5.5 Kondisi Ackerman	25
2.2.5.6 Mekanisme Pengemudian Trapezoidal	27
2.2.6 Sistem Rem	29
2.2.6.1 Pedal Rem	29
2.2.6.2 Master Silinder	30
2.2.6.3 Booster Rem	31
2.2.6.4 <i>Proportioning Valve</i> (Katup Pengimbang)	33
2.2.6.5 Rem Cakram	33
2.2.6.6 Rem Tromol	35
2.2.6.7 Analisa Distribusi Pengereman	37
2.2.6.8 Perhitungan Jarak Pengereman (Kemampuan Pengereman)	37
2.2.6.9 Perhitungan Jarak Pengereman (Variasi Muatan)	38
2.3 Hipotesis	38
BAB III METODE PENELITIAN	40
1.1 Metode Analisa	40
1.2 Spesifikasi Kendaraan	40
1.3 Diagram Alir Analisa	42
1.4 Prosedur Perhitungan Analisa Kinerja Dinamis	44
1.5 Prosedur Perhitungan Analisa Sistem Kemudi	47
1.6 Prosedur Perhitungan Analisa Sistem Pengereman	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Analisa Kinerja Dinamis	50
4.1.1 Karakteristik Daya Mesin	50
4.1.2 Karakteristik Torsi Mesin	52
4.1.3 Mencari Perbandingan Rasio Roda Gigi Asli dan Rasio Roda Gigi Yang Stabil	54
4.1.4 Mencari Torsi Roda Pada Masing-Masing Gigi Transmisi Kendaraan ..	55

4.1.5 Mencari Putaran Mesin Pada Masing-Masing Gigi Transmisi Dengan Menggunakan Rasio Roda Gigi Stabil	59
4.1.6 Mencari Kecepatan dengan Menggunakan Rasio Roda Gigi Transmisi .	62
4.1.7 Mencari Kemampuan Menanjak Kendaraan Toyota Avanza Tipe G	68
4.2 Analisa Sistem Kemudi	72
4.2.1 Menghitung Sudut Ackerman.....	72
4.3 Perhitungan Analisa Sistem Pengereman	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Toyota Avanza.....	6
Gambar 2.2 Grafik Peforma Daya Dan Torsi Kendaraan.....	7
Gambar 2.3 Diagram bodi bebas kendaraan bergerak maju.....	11
Gambar 2.4 Faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Menanjak Kendaraan .	11
Gambar 2.5 Sistem Penggerak Pada Mobil Penggerak Belakang	13
Gambar 2.6 Sistem Kopling	14
Gambar 2.7 Transmisi Manual	15
Gambar 2.8 Transmisi Otomatis.....	15
Gambar 2.9 <i>Torque Converter</i>	16
Gambar 2.10 <i>Planetary Gear</i>	17
Gambar 2.11 <i>Hydraulic Control Unit</i>	17
Gambar 2.12 Ilustrasi Pergerakan Gardan Terhadap Transmisi Saat Kendaraan Berjalan	18
Gambar 2.13 <i>Universal Joint</i>	18
Gambar 2.14 Poros Propeller (<i>Propeller Shaft</i>)	19
Gambar 2.15 Gardan (<i>Differential</i>)	20
Gambar 2.16 Sistem Kemudi Mobil	21
Gambar 2.17 <i>Steering Column</i>	22
Gambar 2.18 <i>Steering Column Tipe Tilt Steering dan Telescopic Steering</i>	22
Gambar 2.19 <i>Steering Gear Tipe Recirculating Ball dan Rack Dan Pinion</i>	23
Gambar 2.20 <i>Steering Linkage</i>	24
Gambar 2.21 <i>Power Steering</i> Hidraulis Tipe Integral Dan Rack And Pinion..	24
Gambar 2.22 <i>Electric Power Steering (EPS)</i>	25
Gambar 2.23 Perilaku Ackerman	26
Gambar 2.24 Perilaku Belok Ackerman.....	26
Gambar 2.25 Mekanisme Pengemudian Trapezoidal.....	27
Gambar 2.26 Posisi Belok Mekanisme Trapesoidal.....	28
Gambar 2.27 Mekanisme Trapezoidal ABC	28
Gambar 2.28 Sistem Rem Mobil	29

Gambar 2.29 Pedal Rem Hidraulis	30
Gambar 2.30 Gaya pada pedal.....	30
Gambar 2.31 Master Silinder.....	31
Gambar 2.32 Gaya pada master silinder.....	31
Gambar 2.33 Booster Rem	32
Gambar 2.34 <i>Proportioning Valve</i>	33
Gambar 2.35 Rem Cakram	34
Gambar 2.36 <i>Free body diagram</i> gaya cengkeram brake pad.....	34
Gambar 2.37 <i>Free body diagram</i> gaya gesek tangensial antara bantalan rem dan <i>disk</i>	35
Gambar 2.38 Rem Tromol.....	36
Gambar 3.1 Toyota Avanza Tipe G MT Tahun 2011	40
Gambar 3.2 Diagram Alir Analisa.....	43
Gambar 4.1 Grafik Unjuk Kerja Daya Mesin Toyota Avanza	51
Gambar 4.2 Grafik Unjuk Kerja Torsi Mesin Toyota Avanza	53
Gambar 4.3 Grafik Torsi Pada Roda Gigi Rasio Stabil.....	57
Gambar 4.4 Grafik Torsi Pada Tiap Roda Gigi Transmisi.....	59
Gambar 4.5 Grafik Putaran Mesin Pada Masing-Masing Gigi Dengan Menggunakan Rasio Roda Gigi Stabil	61
Gambar 4.6 Diagram Unjuk Kerja Mesin	62
Gambar 4.7 Grafik Daerah Kerja Pembagian Kecepatan Tiap Gigi Transmisi	65
Gambar 4.8 Grafik Kemampuan Menanjak Pada Tiap Gigi Transmisi	71
Gambar 4.9 Sistem Kemudi <i>Trapezoidal</i>	72
Gambar 4.10 Segitiga Kemudi Trapesium ABCD	72
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Antara Sudut δ_i Dan δ_o Sistem Kemudi Trapesium Dengan Ackerman	75
Gambar 4.12 Pedal Rem.....	75
Gambar 4.13 Grafik Kemampuan Pengereman Kendaraan	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Perhitungan Karakteristik Daya Mesin	44
Tabel 3.2 Tabel Perhitungan Karakteristik Torsi Mesin	45
Tabel 3.3 Tabel Perhitungan Ackerman	46
Tabel 4.1 Unjuk Kerja Daya Mesin Toyota Avanza	51
Tabel 4.2 Tabel Unjuk Kerja Torsi Mesin Toyota Avanza	53
Tabel 4.3 Tabel Torsi Pada Roda Gigi Rasio Stabil.....	57
Tabel 4.4 Tabel Torsi Pada Roda Gigi Transmisi	58
Tabel 4.5 Putaran Mesin Pada Masing-Masing Gigi Dengan Menggunakan Rasio Roda Gigi Stabil	61
Tabel 4.6 Kemampuan Menanjak Kendaraan Pada Tiap Gigi Transmisi	70
Tabel 4.7 Perhitungan δ_i dan δ_o Ackerman	73
Tabel 4.8 Perhitungan δ_i dan δ_o Sistem Kemudi Trapesium Toyota Avanza .	74
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan δ_i dan δ_o Dari Sistem Kemudi Trapesium Dan Ackerman	74
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Jarak Pengereman	78

ABSTRAK

Seiring dengan kemajuan zaman, kemajuan teknologi pada bidang otomotif ikut berkembang dengan pesat. Perkembangannya meliputi berbagai aspek, baik dari segi desain model, teknologi mesin, kenyamanan suspensi, keamanan dalam berkendara, dan kecanggihan teknologi lainnya yang dapat ditemui di kendaraan terbaru. Para produsen otomotif mulai berlomba – lomba untuk menambahkan fitur – fitur canggih pada mobil terbaru buatan mereka.

Sistem kemudi berfungsi untuk mengatur arah laju kendaraan dengan membelokkan roda depan sesuai dengan arah yang diinginkan pengemudi. Sistem kemudi yang bekerja dengan benar akan memberikan pengendalian kendaraan yang presisi sehingga kendaraan nyaman untuk dikendarai. Sistem pengereman berfungsi untuk mengurangi kecepatan dan menghentikan laju kendaraan saat diperlukan. Sistem pengereman ini sangat penting bagi keselamatan pengemudi dan penumpang kendaraan saat berkendara. Jika sistem ini tidak berfungsi dengan normal bisa mengakibatkan kendaraan akan menabrak kendaraan lain atau benda lain di depan kendaraan tersebut.

Skripsi ini mencakup analisis dinamis, sistem kemudi, dan sistem pengereman Toyota Avanza tipe G tahun 2011. Hasil dari penelitian ini mencakup daya maksimal sebesar 91,7 PS lebih kecil dari spesifikasi yang dikeluarkan pabrikan. Torsi maksimalnya sebesar 134,41 Nm lebih besar dari spesifikasi yang dikeluarkan pabrikan. Toyota Avanza tipe G tahun 2011 memerlukan waktu 24,87 s untuk mencapai kecepatan maksimalnya. Toyota Avanza ini memiliki kemampuan menanjak maksimal di jalan dengan kemiringan $50,99^\circ$ menggunakan gigi 1. Saat kendaraan berbelok dengan sudut δ_i melebihi dari 40° maka selisih sudut δ_o trapesium dengan sudut δ_o Ackerman semakin besar, ini akan menyebabkan kendaraan memiliki resiko roda akan slip ketika sedang berbelok karena tidak mencapai kondisi Ackerman yang seharusnya. Proporsi gaya rem bagian depan dan belakang dari Toyota Avanza tipe G tahun 2011 sebesar 0,425 N dan 0,576 N. Hal ini menunjukkan bahwa pengereman cenderung ke roda belakang yang artinya kendaraan akan cenderung understeer saat kendaraan di rem.

Kata Kunci : Analisis Dinamis, Sistem Kemudi, Sistem Pengereman, Otomotif.

