

**MODIFIKASI SISTEM REM CAKRAM
PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN *OFF ROAD*
TOYOTA FJ40**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Menyelesaikan Mata Kuliah Tugas Akhir Program Studi D-3
Teknik Mesin



Oleh :

Dito Wahyu Priyadi

NIM. 1505619

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2019

DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

Oleh
Dito Wahyu Priyadi

Sebuah tugas akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Diploma III pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Dito Wahyu Priyadi 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Mei 2019

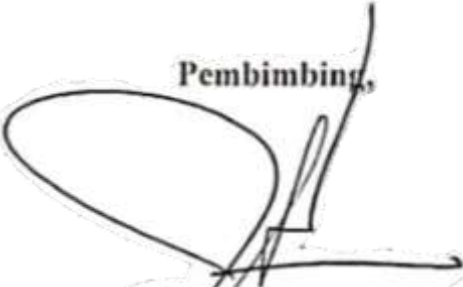
Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

Dito Wahyu Priyadi/NIM. 1505619

**MODIFIKASI SISTEM REM CAKRAM PADA RANCANG BANGUN
KENDARAAN *OFF ROAD* TOYOTA FJ40**

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH :

Pembimbing,

Drs. H. Sulaeman, M.Pd.
NIP. 19550708 1983 031 004

**Mengetahui,
Penanggung Jawab Tugas Akhir**


Sriyono, S.Pd M.Pd
NIP. 19690830 199802 1 001

**Mengetahui,
Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin**


Drs. Tatang Permana, M.Pd
NIP. 196511101992031007

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya serta nikmat iman, Islam, sehat dan ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini sebagaimana mestinya. Semoga Allah senantiasa mencurahkan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* dan kepada keluarga serta sahabat-sahabat beliau juga kepada orang-orang yang mengikuti mereka dengan baik.

Lewat penentuan yang dilakukan oleh dosen penanggung jawab Tugas Akhir terkait sistem apa yang akan ditangani oleh setiap mahasiswa, penulis mendapat Tugas Akhir yang berjudul: “**MODIFIKASI SISTEM REM CAKRAM PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN OFF ROAD TOYOTA FJ40**”. Tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah memodifikasi sistem pengereman pada kendaraan agar mendapatkan gaya pengereman yang lebih efektif.

Penulis memohon kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* semoga senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga menjadikan penulisan laporan Tugas Akhir ini menjadi ilmu yang bermanfaat khususnya bagi diri pribadi penulis dan pembaca pada umumnya.

Bandung, 1 Juli 2018

Penulis,

Dito Wahyu Priyadi

NIM.1505619

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul **MODIFIKASI SISTEM REM CAKRAM PADA RANCANG BANGUN KENDARAAN *OFF ROAD* TOYOTA FJ40** ini tidak terlepas dari dorongan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya laporan Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Yth. Bapak Dr. Bambang Darmawan, M.M., selaku Ketua DPTM FPTK UPI.
2. Yth. Bapak Drs. Tatang Permana, M.Pd., selaku Ketua Prodi D-3 DPTM FPTK UPI.
3. Yth. Bapak Sriyono, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penanggung jawab mata kuliah Tugas Akhir.
4. Yth. Bapak Drs. H. Sulaeman, M.Pd., selaku dosen pembimbing mata kuliah Tugas Akhir.
5. Para Dosen di lingkungan Departemen Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI yang telah banyak membantu dan membimbing penulis selama ini.
6. Kepada kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa serta dukungan penuh kepada penulis.
7. Kepada seluruh teman-teman D-3 Teknik Mesin Otomotif 2015 yang telah saling mendukung dan mengingatkan penulis dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.
8. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

Semoga segala bantuan, dorongan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis baik itu secara langsung maupun tidak langsung mendapat balasan dari Allah *subhanahu wa ta'ala*. Penulisan laporan Tugas Akhir ini mudah-mudahan bermanfaat dan menjadi bahan tambahan pengetahuan khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca yang senantiasa ingin menambah ilmu pengetahuannya.

Bandung, 1 Juli 2018

Penulis,

ABSTRAK

Secara umum praktik Tugas Akhir ini dilakukan untuk meningkatkan kembali kondisi kendaraan seperti semula dengan melakukan restorasi unit kendaraan *off-road* Toyota FJ40. Tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah memodifikasi sistem pengereman pada kendaraan agar mendapatkan gaya pengereman yang lebih efektif. Rem cakram dinilai lebih sederhana dan lebih responsif karena dengan luas penampang rem yang kecil namun arah gaya gesek saling menekan membuat sistem pengereman menjadi lebih efektif. Metode analisa yang dipakai dalam analisa ini adalah studi kasus. Maka tujuan penggunaan metode studi kasus ini untuk melaksanakan penelitian langsung dan melalui pengamatan pada kendaraan yang dianalisis. Adapun hasil dari proses analisa serta praktik dalam penyelesaian Tugas Akhir ini diketahui bahwa, kondisi rem tromol depan sudah tidak berfungsi dengan seharusnya, maka dilakukanlah modifikasi dengan mengganti rem tromol depan dengan rem cakram yang sudah melewati proses pembersihan, pemeriksaan dan penggantian komponen terlebih dahulu. Serta didapatkan pula data hasil perhitungan gaya pengereman, gaya tekan piston master rem, tekanan hidrolis pengereman, waktu pengereman dan jarak pengereman.

Kata kunci : tugas akhir, restorasi, Toyota FJ40, rem tromol, rem cakram, studi kasus, modifikasi.

ABSTRACT

In general, this Final Project was carried out to improve the condition of the vehicle as before by restoring Toyota FJ40 off-road vehicles. The main objective of this Final Project is to modify the braking system in the vehicle to get a more effective braking force. Disc brakes are considered to be simpler and more responsive because with a small cross-sectional area of the brake but the direction of friction forces pressing each other makes the braking system more effective. The analytical method used in this analysis is a case study. So the purpose of using this case study method is to carry out direct research and through observations on the vehicles analyzed. The results of the analysis process and practice in completing this Final Project show that the condition of the front drum brakes is not working properly, so modification is done by replacing the front drum brakes with disc brakes that have passed the cleaning, inspection and replacement of the components first. And also obtained data on the calculation of braking force, the piston force of the brake master piston, hydraulic braking pressure, braking time and braking distance.

Keywords : final project, restoration, Toyota FJ40, drum brakes, disc brakes, case studies, modification.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penulisan	3
E. Manfaat Penulisan	3
F. Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
A. Penjelasan Sistem Rem	6
B. Jenis – jenis Rem	7
C. Macam – macam Sistem Rem	10
D. Komponen Sistem Rem	25
E. Metode Analisa	35
F. Rumus Perhitungan yang Digunakan dalam Proses Analisa	35
BAB III ANALISIS SISTEM REM PADA KENDARAAN <i>OFF ROAD</i> TOYOTA FJ40	42
A. Spesifikasi Kendaraan <i>Off Road</i> Toyota FJ40	42
B. Analisis Sistem Rem Cakram	43
C. Perhitungan Pengereman pada Kendaraan <i>Off Road</i> Toyota FJ40	49

BAB IV SIMPULAN DAN SARAN	60
A. Simpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	xiv
LAMPIRAN	xv

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Rem Tromol dengan Rem Cakram	25
Tabel 3.1 Output pedal rem.....	52
Tabel 3.2 Gaya yang menekan <i>piston</i> master silinder.....	53
Tabel 3.3 Tekanan hidrolik	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme sistem rem	6
Gambar 2.2 <i>Braking effect</i>	7
Gambar 2.3 Mekanisme rem tangan	8
Gambar 2.4 Mekanisme rem mekanik	8
Gambar 2.5 Mekanisme rem hidrolis	9
Gambar 2.6 Mekanisme rem udara	9
Gambar 2.7 Sistem rem tromol	10
Gambar 2.8 Tipe <i>Leading</i> dan Tipe <i>Trailing</i>	11
Gambar 2.9 Tipe <i>Single Action Two Leading</i>	12
Gambar 2.10 Tipe <i>Double Action Two Leading</i>	13
Gambar 2.11 Tipe <i>Uni Servo</i>	13
Gambar 2.12 Tipe <i>Duo Servo</i>	14
Gambar 2.13 Rem Cakram	15
Gambar 2.14 Tipe <i>Fixed Caliper</i>	16
Gambar 2.15 Tipe <i>Floating Caliper</i>	16
Gambar 2.16 Cakram solid	17
Gambar 2.17 Cakram ventilasi	17
Gambar 2.18 <i>Caliper</i> tetap	18
Gambar 2.19 <i>Caliper</i> luncur satu <i>piston</i>	19
Gambar 2.20 <i>Caliper</i> luncur dua <i>piston</i>	20
Gambar 2.21 Komponen rem cakram jenis <i>caliper</i> luncur	21
Gambar 2.22 <i>Caliper</i> berayun	22
Gambar 2.23 Penyetelan rem cakram	23
Gambar 2.24 Penyetelan otomatis	24
Gambar 2.25 Rem tromol dan rem cakram	24
Gambar 2.26 Komponen master silinder	26
Gambar 2.27 Komponen <i>booster</i> rem	27
Gambar 2.28 <i>Backing plate</i>	28
Gambar 2.29 Silinder roda	29
Gambar 2.30 Kanvas rem	30

Gambar 2.31 Tromol rem	31
Gambar 2.32 Piringan rem	32
Gambar 2.33 <i>Pad</i> rem	32
Gambar 2.34 <i>Caliper</i>	33
Gambar 2.35 Titik berat kendaraan terhadap jarak sumbu kendaraan	36
Gambar 2.36 Tinggi titik berat kendaraan	37
Gambar 2.37 <i>Output</i> pedal rem	39
Gambar 3.1. Unit kendaraan <i>off road</i> Toyota FJ40	43
Gambar 3.2 Kondisi rem tromol setelah di bongkar	43
Gambar 3.3 Kondisi rem cakram setelah dipasang	44
Gambar 3.4 Kondisi rem tromol setelah dibongkar dari unit kendaraan	44
Gambar 3.5 Kondisi rem cakram sebelum dibersihkan	45
Gambar 3.6 Kondisi rem cakram setelah dibersihkan	45
Gambar 3.7 Pemeriksaan kondisi permukaan cakram	46
Gambar 3.8 Kondisi caliper rem sebelum dan setelah dibersihkan	46
Gambar 3.9 Kondisi <i>piston</i> rem cakram	47
Gambar 3.10 Pemasangan <i>seal piston</i> rem cakram	47
Gambar 3.11 Kondisi rem cakram setelah dipasang kembali	48
Gambar 3.12 Kondisi <i>drive shaft</i> setelah dipasang kembali ke unit	48
Gambar 3.13 Kondisi rem cakram setelah dipasang kembali ke unit	49
Gambar 3.14 Titik berat kendaraan terhadap jarak sumbu kendaraan	50
Gambar 3.15 Tinggi titik berat kendaraan	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan	xvi
Lampiran 2. Biodata Penulis	xvii

DAFTAR NOTASI

D_m	= Diameter master silinder (cm)
F_{bd}	= Gaya pengereman untuk roda depan (kg)
F_d	= Gaya yang menekan piston (kg)
F_{dD}	= Beban dinamis roda depan (kg)
FK	= Output pedal rem (kg)
e	= Koefisien gesek antara roda dengan permukaan jalan (0,6)
g	= Gravitasi bumi ($9,8 \text{ m/s}^2$)
H	= Tinggi titik berat dari sumbu roda (mm)
h	= Tinggi titik pusat kendaraan dari permukaan tanah (mm)
L	= Panjang sumbu roda antara roda depan dan belakang (mm)
L_b	= Panjang titik berat dari poros belakang (mm)
L_d	= Jarak posisi titik berat terhadap poros depan (mm)
P_e	= Tekanan hidrolis (kg/cm)
Q	= Gaya yang menekan pedal rem (kg)
r	= Jari-jari roda (mm)
S	= Jarak kendaraan (m)
t	= Waktu pengereman sesungguhnya (s)
v	= Kecepatan maksimum kendaraan yang diijinkan pada beban penuh (m/s)
W	= Berat kendaraan maksimum (kg)
W_B	= Berat kendaraan bagian belakang (kg)
W_D	= Berat kendaraan bagian depan (kg)
W_{dB}	= Berat bagian belakang setelah kendaraan diangkat 20° (kg)
W_{dD}	= Berat bagian depan setelah kendaraan diangkat 20° (kg)
W_2	= Beban maksimum (kg)

W_1 = Beban awal terpasang (kg)

θ = Sudut penimbangan kendaraan bagian belakang ($^\circ$)

DAFTAR PUSTAKA

Daryanto. (2013). *Teknik Merawat Automobil Lengkap*. Bandung: Yrama Widya.

Muchta, Amri. (2018) : *Sistem Rem Cakram* [online]. Tersedia: <https://www.autoexpose.org/2018/01/sistem-rem-cakram.html>. [31 Juli 2018]

Rakhman, N. N. (2012). *Modifikasi Sistem Pengereman Drum Brake Menjadi Disc Brake pada Mobil Suzuki Carry ST100*. FPTK, UPI. Bandung.

Sularso. (1997). *Dasar dan Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramitha

Sutantra, I. N. (2001). *Teknologi Otomotif*. Surabaya: Guna Widya.

Tim Dosen DPTM FPTK UPI. (2016). *Pedoman Pembuatan Tugas Akhir Mahasiswa Program D3 Teknik Mesin*. Bandung.

Toyota Service Training. (1995). *New Step I Training Manual*. Jakarta: PT. Toyota Astra Motor.

Universitas Pendidikan Indonesia. (2015). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Bandung: UPI PRESS.