



**UMSURA**  
Universitas Muhammadiyah Surabaya

**ANALISA PENGARUH VARIASI BEBAN DAN  
PENYETELAN PADA PEGAS SENSOR LSPV (*LOAD  
SENSING PROPORTIONING VALVE*) TERHADAP  
GAYA Pengereman Mobil Barang  
DAIHATSU GRAN MAX TIPE S402**

**SKRIPSI**

**DISUSUN OLEH:**

**PANDE PUTU KUSA ADNYANA PUTRA**

**NIM 20241331034**

**Dosen Pembimbing :**

**Ir. SUHARIYANTO, M. Sc.**

**NIDN. 0024046208**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA  
2026**

**ANALISA PENGARUH VARIASI BEBAN DAN PENYETELAN  
PADA PEGAS SENSOR LSPV (*LOAD SENSING  
PROPORTIONING VALVE*) TERHADAP GAYA  
PENGGEREMAN MOBIL BARANG DAIHATSU GRAN MAX  
TIPE S402**



Disusun Oleh :  
PANDE PUTU KUSA ADNYANA PUTRA  
NIM. 20241331034

Dosen Pembimbing  
Ir. SUHARIYANTO, M. Sc.  
NIDN. 0024046208

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA  
2026**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF LOAD VARIATIONS AND  
ADJUSTMENTS ON THE LSPV (LOAD SENSING  
PROPORTIONING VALVE) SENSOR SPRING ON THE  
BRAKING FORCE OF THE DAIHATSU GRAN MAX S402  
CARGO VEHICLE**



*By:*

PANDE PUTU KUSA ADNYANA PUTRA  
NIM. 20241331034

*Academic Supervisor*

Ir. SUHARIYANTO, M. Sc.  
NIDN. 0024046208

**MECHANICAL ENGINEERING STUDY  
PROGRAM FACULTY OF ENGINEERING  
MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF SURABAYA  
2026**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### ANALISA PENGARUH VARIASI BEBAN DAN PENYETELAN PADA PEGAS SENSOR LSPV (*LOAD SENSING PROPORTIONING VALVE*) TERHADAP GAYA Pengereman Mobil Barang DAIHATSU GRAN MAX TIPE S402

PANDE PUTU KUSA ADNYANA PUTRA  
NIM. 20241331034

Telah disetujui dan dinyatakan sah sebagai karya ilmiah yang berhak diujikan yang telah ditetapkan oleh fakultas.

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, 20 Juni 2026

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing



Ir. Suhariyanto, M. Sc.  
NIDN. 0024046208

Menyetujui,  
Kaprodi Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM  
NIDN. 0707067402

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji dalam sidang pada tanggal 20 Juni 2026 oleh mahasiswa atas nama **Pande Putu Kusa Adnyana Putra NIM 20241331034** dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima sebagai kelengkapan mendapat gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Diajukan dan disahkan oleh:


Dosen Penguji

1. Hadi Kusnanto, ST, MT

Tanda Tangan



2. Ir. Anastas Rizaly, MT



Dosen Pembimbing

1. Ir. Suhariyanto, M. Sc.



Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.  
NIDN. 0725096402

Menyetujui,  
Kaprosdi Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM  
NIDN. 0707067402

## BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Pande Putu Kusa Adnyana Putra  
NIM : 20241331034  
Jurusan : S1 Teknik Mesin  
Judul : Analisa Pengaruh Variasi Beban Dan Penyetelan Pada Pegas Sensor Lspv (Load Sensing Proportioning Valve) Terhadap Gaya Pengereman Mobil Barang Daihatsu Gran Max Tipe S402

No	Tanggal	Materi	Paraf Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1	06/03/2026	Tujuan penelitian		
2	17/03/2026	Metodologi penelitian		
3	27/03/2026	Penelitian terdahulu		
4	10/04/2026	BAB 2		
5	17/04/2026	BAB 3		
6	08/05/2026	BAB 4		
7	22/05/2026	BAB 4		
8	05/06/2026	BAB 5		

Mengetahui,  
Kaprodi Teknik Mesin

Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM  
NIDN. 0707067402



Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Ir. Suhariyanto, M. Sc.  
NIDN. 0024046208

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pande Putu Kusa Adnyana Putra  
NIM : 20241331034  
Jurusan : S1 Teknik Mesin  
Judul : Analisa Pengaruh Variasi Beban Dan Penyetelan Pada Pegas Sensor LSPV (*Load Sensing Proportioning Valve*) Terhadap Gaya Pengereman Mobil Barang Daihatsu Gran Max Tipe S402

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari peneliti sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan penelitian yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini peneliti buat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, 20 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



  
Pande Putu Kusa Adnyana Putra  
NIM. 20241331034

**Nama Mahasiswa** : Pande Putu Kusa Adnyana Putra  
**NIM** : 20241331034  
**Jurusan** : Teknik Mesin (FT-UM Surabaya)  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Suhariyanto, M. Sc.

## Abstrak

Keselamatan transportasi darat pada kendaraan angkutan barang merupakan isu kritis yang erat kaitannya dengan efektivitas sistem pengereman. Daihatsu Gran Max Tipe S402 sebagai kendaraan niaga ringan yang mendominasi pasar Indonesia beroperasi dalam kondisi beban yang senantiasa berubah-ubah, sehingga memerlukan sistem pengaturan tekanan rem yang adaptif. *Load Sensing Proportioning Valve* (LSPV) merupakan komponen yang dirancang untuk mendistribusikan tekanan hidrolis rem belakang secara proporsional terhadap perubahan beban kendaraan guna mencegah penguncian roda belakang (*wheel lock-up*) dan mengoptimalkan efektivitas pengereman. Namun, keausan pegas sensor LSPV serta variasi beban yang tidak terkontrol berpotensi menurunkan efektivitas sistem tersebut secara signifikan.

Penelitian ini berlandaskan kajian teori sistem pengereman hidrolis, mekanisme kerja LSPV, konsep efisiensi rem, serta distribusi beban sumbu kendaraan. Pendekatan yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan variabel bebas berupa empat kondisi beban muatan (tanpa beban, 50% daya angkut, sesuai JBI, dan melebihi JBI) serta tiga variasi jarak penyetelan pegas sensor LSPV (0 cm, 2 cm, dan 4 cm). Pengumpulan data dilaksanakan di UPT Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kabupaten Malang menggunakan instrumen *brake tester* dan *axle load meter*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan beban muatan berbanding lurus dengan peningkatan gaya pengereman pada sumbu belakang, dengan rata-rata kenaikan total sebesar 14,5% dari penyetelan 0 cm ke 4 cm. Penyetelan pegas sensor pada batas atas (4 cm) secara konsisten menghasilkan efisiensi pengereman tertinggi sebesar 58,86% pada beban 1.490 kgf, sedangkan kondisi *overload* (2.355 kgf) pada seluruh variasi penyetelan terbukti tidak memenuhi standar laik jalan berdasarkan PP No. 55 Tahun 2012. Penelitian ini menyimpulkan bahwa ketepatan penyetelan pegas sensor LSPV beserta pengelolaan beban sesuai kapasitas merupakan faktor determinan dalam mengoptimalkan keselamatan pengereman kendaraan barang.

**Kata Kunci:** *Load Sensing Proportioning Valve* (LSPV), Gaya Pengereman, Efisiensi Rem, Variasi Beban Muatan, Daihatsu Gran Max S402

**Student Name** : Pande Putu Kusa Adnyana Putra  
**Student ID Number** : 20241331034  
**Department** : *Mechanical Engineering (FT-UM  
Surabaya)*  
**Academic Supervisor** : Ir. Suhariyanto, M. Sc.

### **Abstract**

Road transport safety for freight vehicles is a critical issue closely related to the effectiveness of the braking system. The Daihatsu Gran Max Type S402, as a light commercial vehicle that dominates the Indonesian market, operates under constantly changing load conditions, thus requiring an adaptive brake pressure regulation system. The Load Sensing Proportioning Valve (LSPV) is a component designed to distribute rear brake hydraulic pressure proportionally to changes in vehicle load to prevent rear wheel lock-up and optimize braking effectiveness. However, wear on the LSPV sensor spring and uncontrolled load variations have the potential to significantly reduce the system's effectiveness.

This study is based on a review of the theory of hydraulic braking systems, the operating mechanism of LSPV, the concept of braking efficiency, and vehicle axle load distribution. The approach used was a quantitative experiment with independent variables consisting of four load conditions (unloaded, 50% of carrying capacity, in accordance with JBI, and exceeding JBI) as well as three variations in the LSPV sensor spring adjustment distance (0 cm, 2 cm, and 4 cm). Data collection was conducted at the Motor Vehicle Testing Unit of the Malang Regency Transportation Department using a brake tester and an axle load meter.

The results of the study indicate that an increase in load is directly proportional to an increase in braking force on the rear axle, with an average total increase of 14.5% from a 0 cm setting to a 4 cm setting. Setting the sensor spring at the upper limit (4 cm) consistently produced the highest braking efficiency of 58.86% at a load of 1,490 kgf, whereas the overload condition (2,355 kgf) across all setting variations was found to fail to meet roadworthiness standards based on Government Regulation No. 55 of 2012. This study concludes that the accuracy of LSPV sensor spring adjustment, along with load management according to capacity, is a determining factor in optimizing the braking safety of commercial vehicles.

**Keywords:** Load Sensing Proportioning Valve (LSPV), Braking Force, Brake Efficiency, Load Variations, Daihatsu Gran Max S402

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan benar dan tepat waktu. Laporan skripsi ini berjudul “ Analisa Pengaruh Variasi Beban Dan Penyetelan Pada Pegas Sensor LSPV (*Load Sensing Proportioning Valve*) Terhadap Gaya Pengereman Mobil Barang Daihatsu Gran Max Tipe S402”. Skripsi ini diselesaikan sebagai persyaratan kelulusan dan memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Dalam kesempatan ini penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Prof.Dr. Mundakir, S.Kep., Ns., M.Kep, Rektor Univesitas Muhammadiyah Surabaya
2. Ir. Vippy Dharmawan. M.Ars, Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
3. Dr. M. Arif Batutah, ST, MT, IPM, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surabaya
4. Ir. Suhariyanto, M. Sc. sebagai dosen pembimbing skripsi yang mengawasi serta memberi pengarahan dalam penyusunan laporan ini
5. Seluruh Dosen yang ada di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya
6. Keluarga atas dukungan moral dan materi yang diberikan kepada penulis, khususnya bapak penulis I Putu Sudiarta dan ibu penulis Ni Putu Yuriati.
7. Keluarga besar UPT Pengujian Kendaraan Bermotor Dinas Perhubungan Kabupaten Malang atas dukungannya
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik moril maupun materil.

Tentunya masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini baik dari segi bahasa tertulis maupun isi. Masukan dan kritik yang membangun sangat diperlukan dari segi keutuhan karya. Demikian semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semuanya.

Surabaya, 20 Juni 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Pande Putu Kusa Adnyana Putra', written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Pande Putu Kusa Adnyana Putra  
NIM. 20241331034

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vi
Abstrak.....	vii
Abstract.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II.....	8

TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Sistem Pengereman.....	10
2.3 Variasi Beban Muatan Kendaraan .....	19
2.4 <i>Load Sensing Proportioning Valve</i> (LSPV).....	20
2.4 Efisiensi Rem Utama.....	27
BAB III.....	28
METODE PENELITIAN .....	28
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
28	
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	29
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	34
BAB IV .....	35
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	35
4.1 Data Hasil Pengujian.....	35
4.2 Perhitungan Efisiensi Rem Utama.....	36
4.3 Analisa Pengaruh Penyetelan LSPV dan Beban Kendaraan Terhadap Gaya Pengereman.....	40
4.4 Analisa Pengaruh Penyetelan LSPV Dan Beban Kendaraan Terhadap Efisiensi Gaya Pengereman .....	43
4.5 Perhitungan Konstanta Pegas Sensor LSPV (k).....	46
4.6 Perhitungan tekanan Hidrolis Minyak Rem .....	48
KESIMPULAN .....	52

5.1. Kesimpulan.....	52
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Free Body Diagram Kendaraan Saat Melakukan Pengereman.....	10
Gambar 2. 2 Rem Tromol .....	12
Gambar 2.3 Rem Cakram .....	13
Gambar 2. 4 Pedal Rem.....	14
Gambar 2.5 Booster Rem.....	14
Gambar 2.6 Master Silinder Rem .....	15
Gambar 2. 7 Proportioning Valve.....	16
Gambar 2.8 Selang Fleksibel .....	17
Gambar 2.9 Hand Brake (Rem Parkir).....	17
Gambar 2.10 Kaliper .....	18
Gambar 2.11 Silinder Roda (Wheel Cylinder) .....	18
Gambar 2.12 Letak LSPV Pada Mobil Gran Max.....	21
Gambar 2.13 Komponen LSPV .....	22
Gambar 2. 14 Diagram Blok Sistem Rem LSPV .....	23
Gambar 2. 15 Free Body Diagram Sistem LSPV .....	25
Gambar 2.16 Baut Penyetel LSPV .....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengujian Gaya Pengereman.....	28
Gambar 3.2 Mobil Barang Daihatsu Gran Max .....	30
Gambar 3.3 Alat Uji Brake Tester Dan Axle Load.....	30
Gambar 3.4 Lokasi Pengujian Kendaraan Bermotor.....	34
Gambar 3.5 Gedung Pengujian Kendaraan Bermotor .....	34
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Beban Terhadap Gaya Pengereman.....	41
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Penyetelan LSPV Dan Beban Terhadap Efisiensi Pengereman .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil Pengujian Gaya Pengereman.....	32
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Gaya Pengereman.....	35
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Efisiensi Gaya Pengereman Total .....	40
Tabel 4.3 Pengaruh Penyetelan LSPV Dan Beban Kendaraan Terhadap Gaya Pengereman.....	41
Tabel 4.4 Pengaruh Penyetelan LSPV Dan Beban Kendaraan Terhadap Efisiensi Pengereman.....	43
Tabel 4. 5 Gaya Yang Dihasilkan Tiap Jarak Penyetelan .....	47
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Gaya Pengereman Roda Belakang Dan Tekanan Hidrolis .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Penyetelan Pegas Sensor LSPV .....	59
Lampiran 2	Penambahan Beban Muatan .....	60
Lampiran 3	Hasil Pengukuran Gaya Pengereman.....	61