

# ANALISIS GESEKAN DENGAN SIMULASI STATIS PADA DISC BRAKE MATERIAL KOMPOSIT HYBRID

*by* Dwi Rahmalina

---

**Submission date:** 19-Nov-2020 05:33PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1450989619

**File name:** 23\_Semnastek\_2018.pdf (610.1K)

**Word count:** 2734

**Character count:** 16155

## ANALISIS GESEKAN DENGAN SIMULASI STATIS PADA *DISC BRAKE* MATERIAL KOMPOSIT *HYBRID*

Luki Burna Wijaya<sup>1</sup>, Dwi Rahmalina<sup>2</sup>, Erlanda Augupta Pane<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila

Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta 12640

lukiburna@yahoo.com, drahmalina@yahoo.com, erlandaauguptapane@gmail.com

### ABSTRAK

*Disc brake* merupakan komponen kendaraan bermotor sebagai alat memperlambat atau menghentikan laju kendaraan pada saat berjalan, *disc brake* mengalami gesekan selama pengereman, yang menyebabkan terjadinya keausan akibat gesekan yang terjadi. Karena itu perlu adanya analisis untuk mengetahui seberapa pengaruh dari gesekan dengan memberikan pembebanan dengan menggunakan program simulasi. Tujuan disimulasikan untuk mengetahui besaran gaya gesek dari *disc brake* yang berputar dengan mempertimbangkan geometri kontak, sifat material dan berbagai komponen yang terjadi pada setiap elemen. Penelitian ini menggunakan metode *finite element analysis* yang merupakan metode numerik untuk memecahkan masalah teknik, fisika matematika, desain yang ditekankan dan dianalisis untuk hasil yang spesifik. Analisis statis dilakukan dengan memasukkan parameter beban 19.61 N, 39.23 N, 58.84 N, 78.45 N dan 98.06 N, material *disc brake* aluminium dan material tembaga pada kampas rem, kecepatan 60 km/h. Hasil dari analisis berupa tegangan, regangan dan deformasi. Dalam analisis statis nilai tegangan, regangan dengan nilai terendah didapat pada pembebanan 19.61 N dan nilai tegangan, regangan terbesar pada pembebanan 98.06 N. Dari bahan material yang digunakan pada saat simulasi aman digunakan karena tidak melebihi dari nilai *yield strength* sebesar  $2.757 \times 10^1$  N/mm<sup>2</sup>. Semakin besar beban yang diberikan semakin besar juga tingkat gesekan yang dihasilkan.

Kata Kunci : Analisis, Simulasi, Statis, *finite element analysis*

### I. LATAR BELAKANG

Salah satu faktor terpenting dari proses produksi sepeda motor yaitu performa pada sistem pengereman. Sistem pengereman yang baik dan stabil akan memberikan efek kenyamanan pada pengendara [2]. Sistem rem berfungsi sebagai alat yang memperlambat atau menghentikan laju kecepatan kendaraan dari sepeda motor dengan mengubah energi kinetik atau gerak dari kendaraan menjadi energi panas. Perubahan energi tersebut dihasilkan dari gaya gesekan antara komponen bergerak yang dipasangkan pada roda sepeda motor yakni *disc brake*, dan kampas rem yang dijepitkan pada *disc brake* [3]. Berdasarkan penelitian Ian Hardianto Siahaan [1], menyatakan bahwa *disc brake* lebih cepat mengalami keausan akibat gesekan dan menurunkan kemampuan pengereman pada kendaraan hingga berkurang menjadi 40.000 km, akibat dari kualitas dari bahan *disc brake* (*cast iron*) yang kurang baik [1]. Analisa pembebanan statis telah dilakukan pada *disc brake*, dimana analisa ini bertujuan untuk menentukan titik tumpuan tetap dan searah yang dipengaruhi oleh beban terhadap waktu pada kondisi beban statis (tetap) [5]. Sehingga dapat diasumsikan bahwa beban statis yang dialami *disc brake* yaitu berasal dari gesekan dari beban yang diberikan pada *disc brake*. Tujuan di simulasikan *disc brake* untuk mengetahui besaran gaya yang terjadi pada rem *cast iron*, memprediksi gaya gesek dari *disc brake* yang berputar lalu dikembangkan dengan mempertimbangkan geometri kontak dan sifat - sifat material kontak, pengembangan tersebut juga mempertimbangkan distribusi berbagai komponen tegangan yang terjadi pada setiap elemen.

Analisa pembebanan dilakukan untuk mengetahui seberapa besaran gaya gesekan yang terjadi pada saat *disc brake* berkontak dengan kampas rem dengan menggunakan program simulasi. Program simulasi bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari segi material bahan *disc brake*, dan keausan pada *disc brake* akibat gesekan terhadap kampas rem dengan memberikan beban statis pada komponen tersebut. Analisa beban statis yang diberikan pada *disc brake* berpusat pada penentuan daerah tumpuan analisa, yang mempengaruhi jenis pembebanan (*load*) dan jenis material dari *disc brake*.

Pertimbangan pemilihan bahan material *disc brake* harus memiliki kemampuan meredam temperatur tinggi, ketahanan aus rendah dan stabil mempertahankan sifat kekerasan dari kanvas rem tersebut [8]. Oleh karena itu, diperlukan pemilihan material yang tepat untuk pembuatan dari komponen sistem pengereman, khususnya *disc brake*. Material *disc brake* biasanya lebih keras, dibandingkan dengan material yang digunakan untuk kampas rem yang lunak [8]. Komposit *hybrid* merupakan bahan campuran dari dua atau lebih dari bahan material yang berbeda. Komposit *hybrid* diperkuat *silicon* karbida, boron karbida, *fly ash*,

dan grafit. Ada dua faktor penting yang harus dipertimbangkan memilih partikel penguat untuk mengembangkan komposit. Pertama, partikel penguat harus lebih kaku dan kuat daripada matrik material untuk memperkuat komposit dan yang kedua untuk mendapatkan struktur kristal yang baik serta ikatan antar muka antara material matrik dan penguat [9].

Menurut penelitian Afrizal Annas Dzikrullah [4], untuk menjalankan simulasi dengan tujuan mendapatkan daerah *contact stress* dari *disc brake* maka dilakukan variasi pembebanan yaitu sebesar 2 kgf, 4 kgf, 6 kgf, 8 kgf, dan 10 kgf dengan kecepatan 60 km/h. Pada penelitian tersebut mendapatkan hasil simulasi statis rem cakram pada nilai tegangan dan *displacement*. Nilai tegangan dan *displacement* yang didapat pada pembebanan sebesar 2 kgf 0.5911 MPa, 2.545 mm, 4 kgf 0.1202 MPa, 5.09 mm, 6 kgf 0.124 MPa, 8.908 mm, 8 kgf 0.2405 MPa, 11.2 mm, dan 10 kgf 0.2984 MPa, 13.49 mm. Nilai tegangan dan *displacement* terendah didapat pada pembebanan 2 kgf, sedangkan nilai tertinggi pada pembebanan 10 kgf [4]. Jadi, semakin besar putaran kecepatan dan beban tekan dari *brake pad* yang diberikan pada *disc brake* semakin besar pula tingkat keausan pada *disc brake*.

Berdasarkan masalah di atas, dapat disimpulkan bahwa keausan akibat gesekan adalah faktor yang diakibatkan pada saat proses pengereman berlangsung. Maka analisa menggunakan *software* simulasi diperlukan dengan memberi beban statis pada *disc brake* dengan material komposit *hybrid*.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Beban statis

Adalah beban tidak berubah dalam besaran dan arah dan biasanya meningkat secara bertahap ke nilai stabil [11].

### B. Sistem Pengereman

Rem adalah suatu piranti untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda yang berputar.

#### 1. Rem Cakram / piringan ( *Disc Brake* )

Rem cakram dioperasikan secara mekanis dengan memakai kabel baja dan batang tangkai atau tangkai secara hidrolis dengan memakai tekanan fluida cair. Pada rem cakram, putaran roda dikurangi atau dihentikan dengan cara penjepitan cakram ( *disc* ) oleh dua buah kampas rem ( *brake pads* ) [12].

### C. Gesekan

Gesekan adalah perlawanan terhadap gerakan yang dihasilkan dari dua benda yang bergerak atau bergesekan satu sama lain. Ada dua jenis gesekan, yaitu :

#### 1. Gesekan kinetik

Gesekan kinetik terjadi antara dua benda, yang salah satunya bendanya bergerak. Gesekan kinetik selalu menghasilkan panas[14].

$$F_k = \mu_k \cdot N \dots\dots\dots 2.1[14]$$

Dimana :

- F<sub>k</sub> = Gaya gesek kinetismaksimum ( kgf atau N )
- μ<sub>k</sub> = Koefisien gesekan kinetis

#### 2. Gesekan statis.

Gesekan statis terjadi antara dua benda yang diam. Pada sistem pengereman kendaraan, gesekan statis juga digunakan pada saat sistem pengereman menahan kendaraan ketika sedang diparkir atau biasa dikenal dengan rem tangan pada kendaraan roda empat [14].

$$F_s = \mu_s \cdot N \dots\dots\dots 2.2 [14]$$

Dimana :

- F<sub>s</sub> = Gaya gesek statis maksimum ( kgf atau N )
- μ<sub>s</sub> = Koefisien gesekan statis
- N = Gaya normal yang bekerjapada benda ( N ) [15]

### D. Tegangan

Tegangan ( *stress* ) dapat didefinisikan sebagai gaya persatuan luas penampang atau tahanan material terhadap gaya atau beban[27].

$$\sigma = \frac{F}{A} ( N/mm^2 ) \dots\dots\dots 2.3 [27]$$

Dimana :

- σ = *True Stress* ( MPa )
- F = Gaya ( N )
- A = Luas penampang ( mm<sup>2</sup> )

### E. Regangan

Regangan (*strain*) merupakan pertambahan panjang suatu struktur atau perubahan ukuran bentuk material dari panjang semula sebagai hasil dari adanya gaya yang menarik atau tekanan akibat pembebanan [27].

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots 2.4 [27]$$

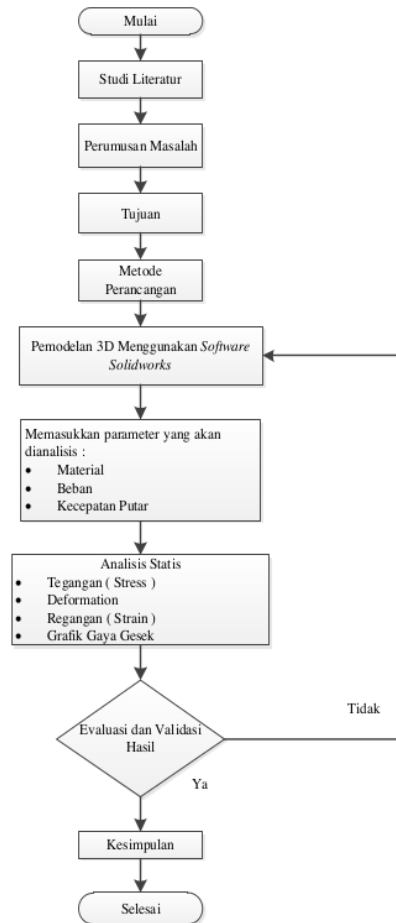
Dimana :

- $\Delta L$  = Pertambahan panjang (mm)
- $L$  = Panjang mula - mula (mm)

**F. Deformasi**

Deformasi terjadi jika bahan mengalami sebuah gaya. Sekecil apapun gaya yang bekerja, maka benda atau material akan mengalami perubahan bentuk struktur dan ukuran.

**III. METODE PENELITIAN**



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

**1. Pemodelan 3D Menggunakan Software SolidWorks.**

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan model 3D *disc brakedengan* menggunakan *software SolidWorks 2016*.

**2. Memasukkan Parameter**

Pada tahapan ini dilakukan penentuan parameter yang digunakan pada analisis perancangan *disc brake* antara lain :

1. Material

Material yang digunakan pada simulasi *disc brake* menggunakan material aluminium dan kampas rem menggunakan material tembaga.

2. Beban ( *Load* )  
 Pada tahapan ini ditentukan titik tumpuan pembebanan yang akan diterima oleh *disc brake*.
3. Kecepatan Putar dan Arah Putaran  
 Pada tahapan ini tujuan pemberian kecepatan dan arah putaran pada *disc brake* sebesar 60 km/h

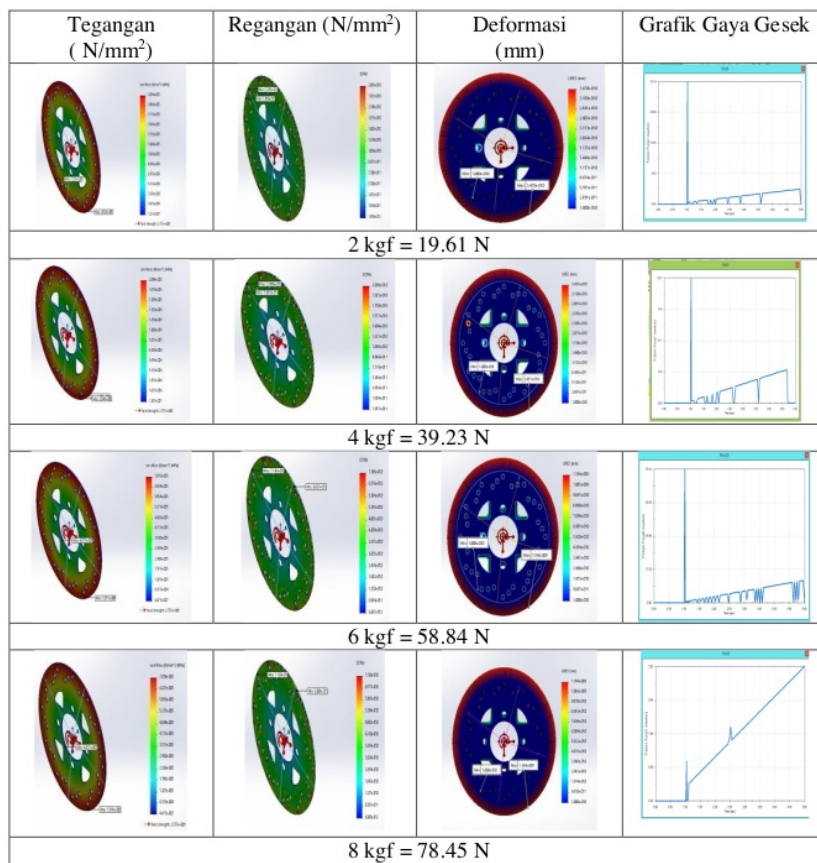
**B. Analisis Statis**

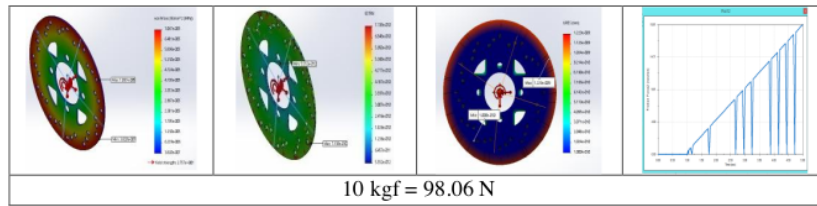
Analisis statis dilakukan bertujuan untuk mengetahui titik tumpu tetap dan searah yang dipengaruhi oleh beban terhadap waktu pada kondisi beban statis (tetap). Pada proses analisis statis, secara otomatis didapatkan *output* dan parameter apa saja yang dihasilkan dari simulasi analisis statis tersebut, diantaranya :

1. Tegangan ( *Stress* )
2. *Deformation*
3. Regangan ( *Strain* )
4. Grafik *friction force*
- 5.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Analisis statis dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik pada material yang digunakan yang dihasilkan dari pembebanan dan kecepatan putar. Besaran beban yang diberikan pada simulasi analisis statis yaitu 2 kgf, 4 kgf, 6 kgf, 8 kgf dan 10 kgf dan kecepatan putar sebesar 60 km/h. Sebelum dilakukan analisis statis pada *software SolidWorks*, dilakukan perubahan pada besaran satuan beban yang digunakan dari kilogram-force ( kgf ) menjadi *Newton* ( N ) dan besaran kecepatan dari km/h menjadi radius per menit ( rpm ).





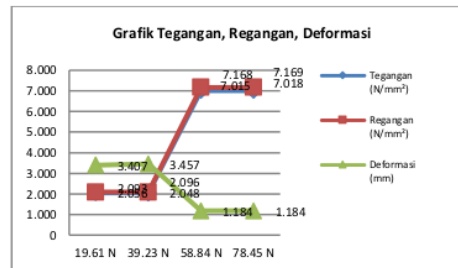
Gambar 2. Hasil Simulasi Analisis Statis

B. Nilai Tegangan, Regangan, Deformasi

Setelah dilakukan simulasi sebelumnya, maka didapatkan hasil besaran nilai tegangan, regangan dan juga deformasi yang disajikan dalam tabel dan grafik berikut :

Tabel 1. Nilai Tegangan, Regangan, Deformasi

Beban		Nilai		
		Tegangan N/mm <sup>2</sup> ( MPa )	Regangan N/mm <sup>2</sup> ( MPa )	Deformasi ( mm )
2 kgf	19.61 N	2.056e- 005	2.093e-010	3.470e-010
4 kgf	39.23 N	2.048e- 005	2.096e-010	3.457e-010
6 kgf	58.84 N	7.015e- 005	7.168e-010	1.184e-009
8 kgf	78.45 N	7.018e- 005	7.169e-010	1.184e-009
10 kgf	98.06 N	7.067e- 005	7.138e-010	1.229e-009



Gambar 3. Grafik Tegangan, Regangan, Deformasi

Berdasarkan grafik diatas pada nilai tegangan maksimal yang dihasilkan dari beban 19.61 N sebesar  $2.056 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, nilai regangan maksimal sebesar  $2.093 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup> dan nilai maksimal deformasinya sebesar  $3.470 \times 10^{-10}$  mm. Untuk beban 39.23 N nilai tegangan maksimal yang didapat sebesar  $2.048 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, nilai regangan maksimal sebesar  $2.096 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup>, dan untuk nilai maksimal deformasinya sebesar  $3.457 \times 10^{-10}$  mm. Pada beban 58.84 N didapatkan nilai tegangan maksimal  $7.015 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, nilai regangan maksimal sebesar  $7.168 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup> dan nilai maksimal deformasi sebesar  $1.184 \times 10^{-9}$  mm. Pada beban 78.45 N nilai tegangan maksimal sebesar  $7.018 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, nilai regangan maksimal sebesar  $7.169 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup> dan nilai maksimal deformasi sebesar  $1.184 \times 10^{-9}$  mm. Dan pada beban 98.06 N didapatkan nilai tegangan maksimal sebesar  $7.067 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, nilai regangan maksimal sebesar  $7.138 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup> dan nilai maksimal deformasi sebesar  $1.229 \times 10^{-9}$  mm.



## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Berdasarkan analisis dengan simulasi menggunakan *software SolidWorks 2016* dengan memberikan pembebanan 2 kgf, 4 kgf, 6 kgf, 8 kgf dan 10 kgf, dengan kecepatan putar 60 km/h material aluminium pada *disc brake* dan material tembaga pada kampas rem, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada simulasi analisis statis mendapatkan nilai tegangan maksimal dari beban 19.61 N =  $2.048 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, 39.23 N =  $2.056 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, 58.84 N =  $7.015 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>, 78.45 N =  $7.018 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup> dan 98.06 N =  $7.067 \times 10^{-5}$  N/mm<sup>2</sup>.
2. Didapatkan nilai regangan pada tiap pembebanan, 19.61 N =  $2.093 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup>, 39.23 N =  $2.096 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup>, 58.84 N =  $7.168 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup>, 78.45 N =  $7.169 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup> dan 98.06 N =  $7.138 \times 10^{-10}$  N/mm<sup>2</sup>.
3. Pada deformasi didapatkan nilai pada tiap pembebanan, 19.61 N =  $3.470 \times 10^{-10}$  mm, 39.23 N =  $3.457 \times 10^{-10}$  mm, 58.84 N =  $1.184 \times 10^{-9}$  mm, 78.45 N =  $1.184 \times 10^{-9}$  mm, 98.06 N =  $1.229 \times 10^{-9}$  mm.
4. Pada analisis statis nilai tegangan, regangan dengan nilai terendah didapat pada pembebanan 19.61 N dan nilai tegangan, regangan terbesar pada pembebanan 98.06 N.
5. Berdasarkan simulasi analisis statis yang telah dilakukan maka penggunaan material aluminium pada *disc brake* dan tembaga pada kampas rem aman digunakan dikarenakan dari hasil nilai yang didapat bahan material tersebut aman digunakan karena tidak melebihi dari batas nilai *yield strength* sebesar  $2.757 \times 10^1$  N/mm<sup>2</sup>.
- 6.

### C. Saran

1. Untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat memvariasikan kecepatan putaran.
2. Untuk kedepannya dapat dilakukan pengujian eksperimen.

### C. Ucapan Terimakasih

1. Bapak Undang Lukman dan Ibu Burlina selaku orang tua atas dukungan baik moral dan materil, doa serta motivasinya selama ini.
2. Hendri Sukma, ST. MT. Selaku Ketua Jurusan Mesin Universitas Pancasila yang telah memberikan ijin Tugas Akhir.
3. I Gede Eka Lesmana, ST. MT. Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Pancasila dan selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah membantu dan memberikan ijin Tugas Akhir.
4. Dr. Ir. Dwi Rahmalina, MT, sebagai pembimbing I dan Erlanda Augupta Pane, STP. Msi, selaku Pembimbing II saya yang sudah memberikan arahan serta bimbingannya dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Dukungan teman - teman atas doa, informasi, saran, dan motivasi terutama saudara Danang Eko Wahyudi, Ibrahim Bimastyo, Ahmad Bahiro, Syaiful Mulyadi, ST, dan Team Tugas Akhir Pengecoran yang telah membantu proses penelitian maupun dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Terimakasih juga kepada Artifa Parmudianti, S.Farm atas doa, dukungan dan motivasinya selama proses penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Siahaan, I. H, 2016, Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner, Surabaya, Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Zulhaji Perancangan Sistem Pengereman Bentor Model Cakram, Makassar, Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.
- Afriansyah, Rahmawaty, 2015, Perancangan Poros Roda Depan Untuk Mobil Harapan Dan Analisa Simulasi Pembebanan Statik Menggunakan Perangkat Lunak Ansys 14.0, Medan, Jurnal Teknik Mesin Biltek Vol. 5, No. 005, Sekolah Tinggi Teknik Halim Perdanakusuma.
- Dzikrullah A.A, Qomaruddin. Khatib, M. 2017. Analisa Gesekan Pengereman Hidrolis ( Rem Cakram ) Dan Tromol Pada Kendaraan Roda Empat dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muria Kudus.
- Wijanarto, B Analisis Desain Struktur Integritas Single Point Mooring SPM) 35.000 DWT PT. PERTAMINA (PERSERO) Terminal BBM Tuban Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga, Teknik Sistem Perkapalan, ITS.
- Pujo. 2011. Analisa Kekuatan Konstruksi Side Ramp Door Sistem Steel Wire Rope Pada KM. DHARMA KENCANA II Akibat Beban Statis Dengan Metode Elemen Hingga, Semarang, Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro.

- Putra N.A.D.2014. Pengaruh Beban Dan Waktu Kontak Antara Rotor Disk Dan Kanvas Rem ( Lining Pad ) Pada Steel Brake Pesawat Terbang Tipe BOEING 737 – 200/300/400/500, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gunadarma.
- Madhukar, P. Selvaraj, N. Rao C.S.P.2016. Manufacturing of aluminium nano hybrid composites: a state of review.
- IIT Kharagpur Module 3, Design For Strength, Version 2 ME
- Jama, J. .2008. Teknik Sepeda Motor Jilid 3.
- Sugeng 2013. Pemeliharaan Sasis dan Pemindah Tenaga Kendaraan Ringan, Malang, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan Republik Indonesia.
- M. Bahar Fitrianto.2015. Pengujian Koefisien Gesek Permukaan Plat Baja St 37 Pada Bidang Miring Terhadap Viskositas Pelumas Dan Kekasaran Permukaan, Semarang, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik , Universitas Wahid Hasyim.
- Robbet L. Mott.2009. Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis, Yogyakarta.
- Bondan T. Sofyan.2016. Pengantar Material Teknik, Jl. Raya Lenteng Agung No. 101, Jakarta.
- Tata Surdia MS, Shinroku Saito . 1999. Pengetahuan Bahan Teknik.
- Subra Suresh, Andreas Mortensen, Alan Needleman . 1993. Fundamental of metal matrix composite.
- Bharat Bhushan, 2013. Introduction To Tribology, Second Edition.
- Nur Hidayat, 2013. SolidWorks 3D Drafting and Design, Edisi Pertama, Bandung .
- Steve L. Donaldson Daniel B, Miracle, 2004. ASM Handbook : composite vol 21.
- Telang A.K.R.A.G.S, 2010. "Alternate Materials In Automobile Brake Disc Applications With Emphasis On Al Composites A Technical Review," *Journal Of Engineering Research And Studies*, Vol. Vol. I, No. I, Pp. 35-46.
- Efendi, A. 2009. Pengaruh Beban Dan Tekanan Udara Pada Distribusi Tegangan Velg Jenis Lenso, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gunadarma.
- Standar Nasional Indonesia ( SNI ), 2003. Metoda Pengereman Kendaraan Bermotor Kategori L, Edisi 02/S3.



# ANALISIS GESEKAN DENGAN SIMULASI STATIS PADA DISC BRAKE MATERIAL KOMPOSIT HYBRID

## ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1

[jurnal.teknikunkris.ac.id](http://jurnal.teknikunkris.ac.id)

Internet Source

6%

2

[www.scribd.com](http://www.scribd.com)

Internet Source

3%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 3%