

**RANCANG BANGUN *DISC BRAKE* PADA
SISTEM Pengereman MOBIL LISTRIK
TIPE *BUGGY* WIJAYAKUSUMA 01**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh :

Irvana Wahyuwardana

20.01.03.025

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
JURUSAN REKAYASA MESIN DAN
INDUSTRI PERTANIAN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
2023**

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN *DISC BRAKE* PADA SISTEM Pengereman
MOBIL LISTRIK TIPE *BUGGY* WIJAYAKUSUMA 01
Disc Brake Design and Construction on
Electric Car Braking System Wijayakusuma Buggy Type 01

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Irvana Wahyuwardana

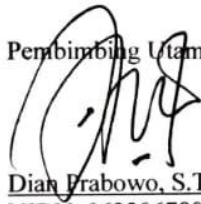
20.01.03.025

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada seminar Tugas Akhir tanggal 18 Agustus 2023

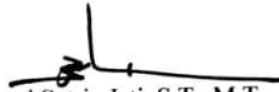
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



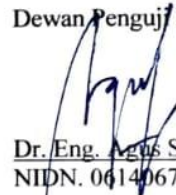
Dian Prabowo, S.T., M.T.
NIDN. 0622067804

Pembimbing Pendamping



Unggul Satria Jati, S.T., M.T.
NIDN. 0001059009

Dewan Penguji I



Dr. Eng. Agus Santoso
NIDN. 0614067001

Dewan Penguji II



Roy Aries Permana Tarigan, S.T., MT.
NIDN. 0028108902

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik

Mengetahui
Koordinator Program Studi
Diploma III Teknik Mesin



Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T.
NIDN. 0005039107

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat, kekuatan, taufik serta hidayah-Nya. Atas kehendak Allah sajalah, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul :

“RANCANG BANGUN *DISC BRAKE* PADA SISTEM PENEREMAN MOBIL LISTRIK TIPE *BUGGY WIJAYAKUSUMA 01*”

Pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Politeknik Negeri Cilacap. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan Tugas Akhir ini

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Dian Prabowo, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir.
3. Bapak Unggul Satria Jati, S.T., M.T. selaku Pembimbing II Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Eng. Agus Santoso selaku Penguji I Tugas Akhir.
5. Bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T. selaku Penguji II Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa karya ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan dan hambatan yang dijumpai selama pengerjaan. Sehingga saran yang bersifat membangun sangatlah diharapkan demi pengembangan yang lebih optimal dan kemajuan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Cilacap, 12 April 2023

Irvana Wahyuwardana

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya pada bagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 18 Agustus 2023

Penulis



Irvana Wahyuwardana

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Irvana Wahyuwardana
NIM : 20.01.03.025
Progam Studi : Diploma III Teknik Mesin
Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian

Demi mengembangkan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif *Non-Exclusif Royalti Free Right*** atas karya ilmiah yang berjudul:

**“RANCANG BANGUN *DISC BRAKE* PADA SISTEM PENEREMAN
MOBIL LISTRIK TIPE BUGGY WIJAYAKUSUMA 01”**

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada) dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan / mempublikasikan di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap

Pada Tanggal : 18 Agustus 2023

Yang Menyatakan


Irvana Wahyuwardana

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT dan tanpa mengurangi rasa hormat yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Dian Prabowo, S.T., M.T. dan bapak Unggul Satria Jati, S.T., M.T. selaku Pembimbing I dan II Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Eng. Agus Santoso dan bapak Roy Aries Permana Tarigan, S.T., M.T. selaku penguji I dan II Tugas Akhir.
4. Kedua orangtua penulis yang selalu memberikan semangat, doa dan memfasilitasi segala hal dalam kehidupan saya sehingga mempermudah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Ifan Adi Nugroho selaku kelompok Tugas Akhir yang selalu solid dan sabar menghadapi semua halangan dan rintangan selama pembuatan mesin dan laporan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh teman-teman angkatan 2020 khususnya TM3C yang selalu memberikan semangat, inspirasi dan ide-ide positif dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima kasih atas segala bantuan baik materi dan spiritualnya hingga pada akhirnya terselesaikan Tugas Akhir saya ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan limpahan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

ABSTRAK

Kemajuan teknologi pada zaman ini semakin berkembang pesat dikarenakan bertambahnya kebutuhan fasilitas salah satunya dalam bidang transportasi. Faktor dari mobilisasi masyarakat yang tinggi hingga dibutuhkan kendaraan yang aman dan ramah lingkungan yaitu mobil listrik. Seiring perkembangan zaman mobil listrik juga dapat dikembangkan dengan berbagai jenis salah satunya adalah mobil listrik tipe *buggy*. Pada mobil listrik tipe *buggy* memiliki sistem yang berperan penting dalam hal keamanan yaitu sistem pengereman. Pada sistem pengereman terdapat beberapa jenis salah satunya yaitu rem cakram. Untuk mengurangi kecepatan dengan rem cakram adalah gaya gesek antar kampas rem dengan piringan rem. Tujuan dari proses perancangan dan pembuatan cakram adalah untuk melakukan pemilihan material *disc brake*, melakukan perhitungan terhadap gaya pedal rem, tekanan hidrolik, gaya kampas rem, gaya gesek pada *disc brake*, dan melakukan uji fungsi terhadap *disc brake*.

Metode perancangan yang digunakan yaitu metode *Pahl and Beitz*. Proses pembuatan *disc brake* dilakukan beberapa proses seperti pemotongan, pembubutan, *frais*. *Disc brake* dibuat dengan dengan bahan baja karbon menengah S45C dan beberapa komponen dalam sistem pengereman seperti master rem, selang rem, kaliper rem, kampas rem, dan minyak rem.

Berdasarkan pemilihan material yang digunakan untuk membuat *disc brake* yaitu baja S45C dengan melihat kekerasannya 65,2 HRC dan melihat unsur tahan korosi dan tahan aus yaitu silikon 0,15 – 0,30% dan proses pembuatannya yang sudah pernah dilakukan secara praktis maka S45C merupakan material yang tepat untuk membuat *disc brake*

Kata kunci : Mobil listrik, Sistem pengereman, Disc brake, Metode *Pahl and Beitz*

ABSTRACT

Advances in technology today are growing rapidly due to the increasing need for facilities, one of which is in the field of transportation. Factors from high community mobilization to the need for safe and environmentally friendly vehicles, namely electric cars. Along with the times, electric cars can also be developed with various types, one of which is the buggy type electric car. The buggy type electric car has a system that plays an important role in terms of security, namely the braking system. There are several types of braking systems, one of which is disc brakes. To reduce speed with disc brakes is the frictional force between the brake pads and the brake disc. The purpose of the process of designing and manufacturing discs is to select disc brake materials, perform calculations on the brake pedal force, hydraulic pressure, brake pad force, frictional force on the disc brake, and perform a function test on the disc brake.

The design method used is an approach to the Pahl and Beitz method. The process of making disc brakes is carried out by several processes such as cutting, turning, milling. Disc brakes are made with S45C medium carbon steel and several components in the braking system such as the brake master, brake hoses, brake calipers, brake pads and brake fluid.

Based on the selection of the material used to make disc brakes, namely S45C steel by looking at its hardness of 65.2 HRC and seeing the corrosion-resistant and wear-resistant elements, namely 0.15 – 0.30% silicon and the manufacturing process which has been practically carried out, S45C is a material the right one for making disc brakes

Keywords: *Electric car, Braking system, Disc brake, Pahl and Beitz method*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Metode Pahl and Beitz	7
2.2.2 Rem Cakram.....	8
2.2.3 Perpindahan panas secara konduksi	11
2.2.4 Proses perancangan	11

2.2.5	Proses produksi	12
BAB III METODE PENYELESAIAN.....		17
3.1	Alat dan bahan.....	17
3.1.1	Peralatan yang digunakan	17
3.1.2	Bahan yang digunakan	19
3.2	Proses produksi.....	21
3.3.1	Identifikasi gambar kerja.....	21
3.3.2	Persiapan alat dan bahan	21
3.3.3	Proses pengukuran	21
3.3.4	Proses pemotongan.....	21
3.3.5	Proses bubut	22
3.3.6	Proses frais	22
3.3	Diagram alir.....	23
3.4.1	Identifikasi masalah	23
3.4.2	Studi Literatur dan Studi Lapangan	24
3.4.3	Membuat Konsep Awal.....	24
3.4.4	Membuat Gambar Desain Cakram pada Mobil Listrik.....	24
3.4.5	Membuat Cakram Pada Mobil Listrik.....	24
3.4.6	Perakitan Cakram Pada Mobil Listrik.....	24
3.4.7	Pengujian fungsi rem cakram.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Metode perancangan Pahl & Beitz	27
4.1.1	Identifikasi masalah	27
4.1.2	Studi literatur dan studi lapangan.....	27
4.1.3	Membuat konsep awal.....	27
4.1.4	Data rancangan awal kendaraan.....	27
4.1.5	Pembuatan cakram mobil listrik.....	31
4.1.6	Perakitan <i>disc brake</i>	53

4.1.7	Pengujian <i>disc brake</i>	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN.....		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram alir Pahl and Beitz.....	8
Gambar 2. 2 Pedal rem	9
Gambar 2. 3 Master Silinder.....	9
Gambar 2. 4 Selang rem	10
Gambar 2. 5 Kaliper rem	10
Gambar 2. 6 Kampas rem.....	11
Gambar 2. 7 Solidworks 2021	12
Gambar 2. 8 Gerinda tangan.....	12
Gambar 2. 9 Mesin bubut	13
Gambar 2. 10 Mesin <i>frais</i>	15
Gambar 4. 1 Cakram belakang	30
Gambar 4. 2 Cakram depan	30
Gambar 4. 3 Cakram belakang silinder luar	38
Gambar 4. 4 Cakram belakang silinder dalam	40
Gambar 4. 5 Cakram depan silinder luar.....	42
Gambar 4. 6 Cakram depan silinder dalam	44
Gambar 4. 7 Lubang ventilasi cakram belakang	48
Gambar 4. 8 Lubang ventilasi baut cakram depan	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan.....	17
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan	19
Tabel 3. 3 Uji fungsi pengereman rem belakang dengan 1 cakram	25
Tabel 3. 4 Uji fungsi pengereman rem depan dengan 2 cakram	25
Tabel 4. 1 Data rancangan awal kendaraan	28
Tabel 4. 2 Proses produksi cakram belakang	31
Tabel 4. 3 Proses produksi cakram depan	33
Tabel 4. 4 Proses pemotongan plat.....	37
Tabel 4. 5 Proses bubut cakram belakang dan depan.....	46
Tabel 4. 6 Proses frais pada cakram belakang dan depan	52
Tabel 4. 7 Uji fungsi pengereman rem belakang dengan 1 cakram	53
Tabel 4. 8 Uji fungsi pengereman rem depan dengan 2 cakram	54
Tabel 4. 9 Uji hasil pengereman rem belakang dengan 1 cakram.....	55
Tabel 4. 10 Uji hasil pengereman rem depan dengan 2 cakram.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	TABEL PERHITUNGAN PROSES PRODUKSI DAN PEMILIHAN MATERIAL
LAMPIRAN 2	DOKUMENTASI PROSES PRODUKSI
LAMPIRAN 3	GAMBAR TEKNIK
LAMPIRAN 4	BIODATA PENULIS

DAFTAR SIMBOL

C	= Karbon
Mn	= Mangan
P	= Phospor
S	= Sulfur
Ni	= Nikel
Mo	= Molybdenum
Cu	= Cuprum
Cr	= Chromium
Si	= Silikon
Mg	= Magnesium
P_{ms}	= Tekanan hidrolik (kg/cm^2)
F_k	= Gaya yang keluar dari pedal rem (kgf)
d_m	= Diameter master silinder (cm)
F_p	= Gaya yang menekan pad rem (kgf)
μ	= Koefisien gesek
π	= Nilai konstanta (3,14)
v	= Kecepatan potong (m/menit)
n	= Putaran <i>spindle</i> (rpm)
d	= Diameter gurdi (mm)
f_z	= Gerak makan per mata potong (mm/menit)
v_f	= Kecepatan makan (mm/menit)
z	= Jumlah gigi mata potong
t_c	= Waktu pemotongan (menit)
lt	= Panjang pemesinan (mm)
l_v	= Panjang langkah awal pemotongan (mm)
l_w	= Panjang pemotongan benda kerja (mm)

- l_n** = Panjang langkah akhir pemotongan (mm)
 k_r = Kemiringan sudut potong
 a = Kedalaman potong (mm)
 A = Luas penampang (mm²)
 t = Tebal plat (mm)
 L = Lebar plat (mm)
 P = Panjang plat (mm)
 T = Waktu pemotongan