

**RANCANG BANGUN SISTEM SUSPENSI *DOUBLE*  
*WISHBONE* PADA MOBIL LISTRIK TIPE  
*BUGGY* WIJAYAKUSUMA 01**

Tugas Akhir

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Ahli Madya Teknik



Diajukan oleh  
YUDHA IRVANA  
20.01.03.029

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

**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN SISTEM SUSPENSI *DOUBLE WISHBONE* PADA**  
**MOBIL LISTRIK TIPE *BUGGY* WIJAYAKUSUMA 01**  
***DESIGN AND BUILD OF THE SUSPENSION SYSTEM ON THE***  
***WIJAYAKUSUMA 01 BUGGY TYPE ELECTRIC CARS***

Dipersiapkan dan disusun oleh

**YUDHA IRVANA**

**200103029**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada seminar Tugas Akhir tanggal 24 Agustus 2023  
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama

Ulikaryani, S.Si., M.Eng.  
NIP. 198612272019032010

Dewan Penguji I

Ipung Kurniawan, S.T., M.T.  
NIP. 197806072021211006

Pembimbing Pendamping

Dian Prabowo, S.T., M.T.  
NIP. 197806222021211005

Dewan Penguji II

Jenal Sodikin, S.T., M.T.  
NIP. 198403242019031005

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.  
NIP. 199103052019031017

### HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya 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 oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dibagian naskah dan daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Cilacap, 24 Agustus 2023

Penulis

Yudha Urwana



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

---

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

Nama : Yudha Irvana  
No Mahasiswa : 20.01.03.029  
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin  
Jurusan : Teknik Mesin

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

**“RANCANG BANGUN SISTEM SUSPENSI *DOUBLE WISHBONE* PADA  
MOBIL LISTRIK TIPE *BUGGY WIJAYAKUSUMA 01*”**

Hak Bebas *Royalti Non-Eksklusif* ini Politeknik Negeri Cilacap berhak  
menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan *data*  
(*database*), mendistribusikannya dan menampilkan/mempublikasikan diinternet  
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 : 24 Agustus 2023  
Yang r  
  
Yudha Irvana  


## ABSTRAK

Perkembangan industri otomotif yang sangat pesat saat ini sangat mengutamakan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Salah satu faktor utama dalam menunjang kenyamanan dan keamanan dalam berkendara adalah sistem suspensi. Pegas berfungsi untuk menerima getaran atau guncangan dari roda tidak menyalur ke bodi atau rangka kendaraan. Suspensi yang akan digunakan pada Rancang Bangun Sistem Suspensi Pada Mobil Listrik Wijayakusuma 01 adalah tipe *independen double wishbone* dengan pegas ulir. Tujuan tugas akhir ini untuk merancang sistem suspensi, proses produksi, dan melakukan proses pengujian.

Metode penyelesaian menggunakan metode *Pahl and Beitz* karena dibutuhkan perancangan konsep dan perancangan bentuk produk. Metode penyelesaian diawali dengan membuat konsep, menggambar desain, proses produksi dan proses pengujian. Penyelesaian tugas akhir ini diperlukan menggunakan mesin perkakas seperti mesin gurdi, gerinda potong dan pengelasan GMAW. Proses pengujian yang akan dilakukan meliputi pengujian *ground clearance*, defleksi pegas dan pengujian secara visual.

Hasil dari perancangan dan proses produksi menghasilkan dimensi sistem suspensi pada *upper arm* dengan panjang 230 mm dan lebar 130 mm serta *lower arm* 270 mm dan lebar 170 mm dengan masing-masing tegangan yang dihasilkan oleh kedua arm yaitu 17,396 N/mm<sup>2</sup> dan 10,173 N/mm<sup>2</sup>. Hasil rancangan menghasilkan perhitungan beban maksimum pada pegas sebesar 584,693 kg. Total waktu proses produksi terdiri dari proses pengukuran, pemotongan, gurdi, dan pengelasan selama 6,31 jam. Hasil pengujian *ground clearance* dengan beban maksimum 150 kg menghasilkan *ground clearance* sebesar 195 dan pengujian defleksi pegas dengan beban 150 kg menghasilkan defleksi sebesar 16 mm. Proses pengujian secara visual dikatakan layak dan aman karena saat kendaraan mengalangi oskilasi berdasarkan kriteria angka yang sudah ditentukan mendapatkan nilai rata-rata 2. Sehingga disimpulkan cukup aman dan nyaman saat digunakan.

**Kata kunci :** *independen, double wishbone, pegas, shock absorber, ground clearance*

## **ABSTRACT**

*The rapid development of the automotive industry today places great emphasis on comfort and safety in driving. One of the main factors in supporting comfort and safety in driving is the suspension system. The function of the spring is to receive vibrations or shocks from the wheels not channeling to the body or vehicle frame. The suspension to be used in the Suspension System Design on the Wijayakusuma 01 Electric Car is an independent double wishbone type with screw springs. The purpose of this final project is to design suspension systems, production processes, and carry out testing processes.*

*The settlement method uses the Pahl and Beitz method because it requires conceptual design and product shape design. The completion method begins with creating a concept, drawing a design, the production process and the testing process. Completion of this final project requires using machine tools such as drilling machines, cutting grinders and GMAW welding. The testing process that will be carried out includes ground clearance testing, spring deflection and visual testing.*

*The results of the design and production process produce the dimensions of the suspension system on the upper arm with a length of 230 mm and a width of 130 mm and the lower arm of 270 mm and a width of 170 mm with the respective stresses generated by the two arms, namely 17.396 N/mm<sup>2</sup> and 10.173 N/mm<sup>2</sup>. The results of the plan produce a calculation of the maximum load on the spring of 584.693 kg. The total time for the production process consists of measuring, cutting, drilling and welding for 6.31 hours. The results of the ground clearance test with a maximum load of 150 kg produced a ground clearance of 195 and the spring deflection test with a load of 150 kg produced a deflection of 16 mm. The visual testing process is said to be feasible and safe because when the vehicle oscillates based on predetermined numerical criteria it gets an average value of 2. So it is concluded that it is quite safe and comfortable when used.*

**Keywords** : *independen, double wishbone, spring, shock absorber, ground clearance*

## KATA PENGANTAR

Segala Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat serta karunia-nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Suspensi *Double Wishbone* Pada Mobil Listrik Tipe Buggy Wijaya Kusuma 01“

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan Sebagian syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Politeknik Negeri Cilacap. Segala aspek yang berkaitan dengan kegiatan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian Politeknik Negeri Cilacap.
2. Bapak Nur Akhlis Sarihidaya Laksana, S.Pd., M.T. selaku Koordinator Program Studi Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.
3. Ibu Ulikaryani, S.Si., M.Eng. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Dian Prabowo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2.
4. Bapak Ipung Kurniawan, S.T., M.T. serta Bapak Jenal Sodikin, S.T., M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen dan Teknisi Program Studi Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Cilacap.
6. Keluarga besar saya yang telah memberi dukungan.

Penulis berharap dengan disusunnya laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Penulis menyadari laporan ini jauh dari kata sempurna, masih banyak kekurangan yang disebabkan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangatlah penulis harapkan bagi kemajuan dan perbaikan laporan ini.

Cilacap, 24 Agustus 2023

Yudha Irvana

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori .....	6
2.2.1 Metode <i>Pahl</i> and <i>Beitz</i> .....	6
2.2.2 Mobil listrik.....	7
2.2.3 Sistem suspensi .....	8
2.2.4 Prinsip kerja suspensi.....	8
2.2.5 Sistem suspensi dependen .....	9
2.2.6 Sistem suspensi independen.....	11
2.2.7 Pegas .....	13



2.2.8	Bahan pegas .....	16
2.2.9	<i>Shock absorber</i> .....	17
2.2.10	<i>Ball joint</i> .....	18
2.2.11	<i>Upper arm</i> dan <i>lower arm</i> .....	18
2.2.12	<i>Bushing</i> .....	19
2.2.13	<i>Knuckle arm</i> .....	20
2.2.14	Jenis - jenis oskilasi pada suspensi kendaraan .....	20
2.2.15	<i>Solidworks</i> .....	22
2.2.16	Kemiringan sudut <i>shock absorber</i> .....	22
2.2.17	Model polisi tidur.....	23
2.2.18	Kenyamanan dan keamanan kendaraan .....	23
2.2.19	Proses produksi .....	24
2.2.19.1	Proses pengukuran .....	24
2.2.19.2	Proses pemotongan .....	25
2.2.19.3	Proses gerinda .....	26
2.2.19.4	Proses gurdi.....	26
2.2.19.5	Proses pengelasan.....	27
2.2.19.5	Proses perakitan.....	27
2.2.20	Perhitungan sistem suspensi .....	28
2.2.20.1	Perhitungan beban maksimal <i>shock absorber</i> ....	28
2.2.20.2	Perhitungan defleksi pegas.....	29
2.2.20.3	Perhitungan lengan suspensi atas.....	30
2.2.20.4	Perhitungan lengan suspensi bawah.....	31
2.2.21	<i>Ground clearance</i> kendaraan.....	32
<b>BAB III METODE PENYELESAIAN</b> .....		34
3.1	Alat dan Bahan.....	34
3.1.1	Peralatan yang digunakan .....	34
3.1.2	Bahan .....	36
3.2	Tahapan Rancang Bangun.....	37
3.2.1	Identifikasi masalah .....	37
3.2.2	Studi literatur dan studi lapangan.....	38

3.2.3	Membuat konsep awal sistem suspensi mobil listrik .....	38
3.2.4	Membuat gambar sistem suspensi pada mobil listrik .....	38
3.2.5	Membuat komponen suspensi pada mobil listrik.....	38
3.2.6	Proses pengukuran .....	38
3.2.7	Proses pemotongan.....	38
3.2.8	Proses gurdi.....	39
3.2.9	Proses pengelasan.....	39
3.2.10	Pengecekan kesesuaian sistem suspensi pada rangka .....	39
3.2.11	Perakitan sistem suspensi.....	39
3.2.12	Proses pengujian fungsi.....	40
3.2.13	Pengujian <i>ground clearance</i> kendaraan.....	40
3.2.14	Pengujian defleksi pegas.....	40
3.2.15	Pengujian sistem suspensi secara visual .....	41
3.2.15	Pembuatan laporan tugas akhir .....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>43</b>
4.1	Identifikasi Masalah .....	43
4.2	Studi Literatur dan Studi Lapangan .....	43
4.2.1	Studi literatur.....	43
4.2.2	Studi lapangan.....	45
4.3	Membuat Konsep Awal Sistem Suspensi .....	45
4.3.1	Identifikasi data.....	46
4.3.2	Spesifikasi mobil listrik Wijayakusuma 01.....	46
4.3.3	Pemilihan bahan <i>upper arm</i> dan <i>lower arm</i> .....	47
4.3.4	Dimensi <i>upper arm</i> dan <i>lower arm</i> .....	48
4.3.5	Perhitungan sistem suspensi.....	48
4.3.6	Perhitungan lengan suspensi atas ( <i>upper arm</i> ).....	48
4.3.7	Perhitungan lengan suspensi bawah ( <i>lower arm</i> ).....	50
4.3.8	Perhitungan beban maksimal <i>shock absorber</i> .....	52
4.3.9	Perhitungan defleksi pegas.....	54
4.4	Membuat Gambar Sistem Suspensi .....	55
4.5	Membuat Komponen Suspensi Pada Mobil Listrik .....	56

4.5.1	Proses produksi sistem suspensi pada mobil listrik .....	57
4.5.2	Perhitungan waktu proses produksi .....	60
4.5.2.1	Perhitungan waktu proses pemotongan .....	60
4.5.2.2	Perhitungan waktu proses gurdi .....	67
4.5.2.2	Perhitungan waktu proses pengelasan.....	70
4.6	Perhitungan Biaya Produksi .....	71
4.7	Kesesuaian Sistem Suspensi Dengan Rangka Mobil Listrik .....	72
4.8	Perakitan Sistem Suspensi .....	72
4.9	Proses Pengujian Sistem Suspensi .....	73
4.9.1	Pengujian <i>ground clearance</i> kendaraan .....	74
4.9.2	Pengujian defleksi pegas .....	76
4.9.3	Pengujian sistem suspensi secara visual .....	77
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>79</b>
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran .....	80
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Mobil listrik tipe <i>buggy</i> .....	1
<b>Gambar 2.1</b>	Metode <i>Pahl and Beitz</i> .....	2
<b>Gambar 2.2</b>	Prinsip kerja suspensi .....	3
<b>Gambar 2.3</b>	Sistem suspensi dependen .....	10
<b>Gambar 2.4</b>	Suspensi rigid <i>axle</i> .....	10
<b>Gambar 2.5</b>	Suspensi tipe <i>trailing arm</i> dengan <i>twist beam</i> .....	11
<b>Gambar 2.6</b>	Suspensi tipe <i>4-link</i> .....	11
<b>Gambar 2.7</b>	Sistem suspensi independen .....	12
<b>Gambar 2.8</b>	Suspensi tipe <i>MachPherson strut</i> .....	12
<b>Gambar 2.9</b>	Suspensi <i>double wishbone</i> .....	13
<b>Gambar 2.10</b>	Pegas ulir .....	14
<b>Gambar 2.11</b>	Pegas daun .....	15
<b>Gambar 2.12</b>	Pegas batang torsi .....	16
<b>Gambar 2.13</b>	<i>Shock absorber</i> .....	17
<b>Gambar 2.14</b>	<i>Ball joint</i> .....	18
<b>Gambar 2.15</b>	<i>Upper dan lower arm</i> .....	19
<b>Gambar 2.16</b>	<i>Bushing</i> .....	19
<b>Gambar 2.17</b>	<i>Knuckle arm</i> .....	20
<b>Gambar 2.18</b>	Oskilasi kendaraan .....	20
<b>Gambar 2.19</b>	<i>Pitching</i> .....	21
<b>Gambar 2.20</b>	<i>Rolling</i> .....	21
<b>Gambar 2.21</b>	<i>Bouncing</i> .....	21
<b>Gambar 2.22</b>	<i>Yawing</i> .....	22
<b>Gambar 2.23</b>	Tampilan <i>SolidWorks 2021</i> .....	22
<b>Gambar 2.24</b>	Dimensi standar polisi tidur.....	23
<b>Gambar 2.25</b>	Bagian-bagian jangka sorong .....	24
<b>Gambar 2.26</b>	Proses pemotongan .....	25
<b>Gambar 2.27</b>	Gerinda tangan.....	26
<b>Gambar 3. 1</b>	Diagram alir penyelesaian tugas akhir.....	33

<b>Gambar 4.3</b>	Dimensi material <i>upper arm</i> .....	61
<b>Gambar 4.4</b>	<i>Upper arm</i> .....	62
<b>Gambar 4.5</b>	Dimensi material <i>lower arm</i> .....	62
<b>Gambar 4.6</b>	<i>Lower arm</i> .....	63
<b>Gambar 4.7</b>	Dimensi material penghubung <i>arm</i> .....	63
<b>Gambar 4.8</b>	Dimensi material <i>bushing</i> .....	65
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik hasil pengujian <i>ground clearance</i> .....	75
<b>Gambar 4.10</b>	Grafik hasil pengujian defleksi pegas.....	77

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Bahan pegas silindris menurut pemakaiannya .....	16
<b>Tabel 2.2</b>	Harga modulus geser G .....	16
<b>Tabel 3.1</b>	Alat .....	34
<b>Tabel 3.2</b>	Bahan.....	36
<b>Tabel 3.3</b>	Pengujian <i>ground clearance</i> kendaraan.....	40
<b>Tabel 3.4</b>	Pengujian defleksi pegas .....	40
<b>Tabel 3.5</b>	Pengujian sistem suspensi secara visual .....	41
<b>Tabel 3.6</b>	Kriteria angka penilaian pengujian sistem suspensi visual.....	42
<b>Tabel 4.1</b>	Studi literatur .....	43
<b>Tabel 4.2</b>	Konsep awal sistem suspensi .....	46
<b>Tabel 4.3</b>	Sifat mekanik material .....	47
<b>Tabel 4.4</b>	Harga faktor keamanan beberapa material .....	48
<b>Tabel 4.5</b>	Spesifikasi massa dan panjang lengan suspensi .....	49
<b>Tabel 4.6</b>	Spesifikasi pegas .....	52
<b>Tabel 4.7</b>	Dimensi <i>upper arm</i> dan <i>lower arm</i> .....	55
<b>Tabel 4.8</b>	Spesifikasi komponen suspensi .....	56
<b>Tabel 4.9</b>	Alat pelindung diri .....	57
<b>Tabel 4.10</b>	Urutan proses pembuatan <i>upper arm</i> .....	58
<b>Tabel 4.11</b>	Urutan proses pembuatan <i>lower arm</i> .....	59
<b>Tabel 4.12</b>	Waktu produktif dan non produktif proses pemotongan .....	66
<b>Tabel 4.13</b>	Waktu produktif dan non produktif proses gurdi .....	69
<b>Tabel 4.14</b>	Waktu produktif dan non produktif proses pengelasan.....	70
<b>Tabel 4.15</b>	Biaya produksi.....	71
<b>Tabel 4.16</b>	Perakitan sistem suspensi .....	72
<b>Tabel 4.16</b>	<i>Lead time</i> produksi .....	72
<b>Tabel 4.17</b>	perakitan sistem suspensi .....	73
<b>Tabel 4.18</b>	Pengujian <i>ground clearance</i> .....	74
<b>Tabel 4.19</b>	Perbandingan pengujian <i>ground clearance</i> sebelumnya.....	75
<b>Tabel 4.20</b>	Pengujian defleksi pegas .....	76

<b>Tabel 4.21</b>	Perbandingan pengujian defleksi sebelumnya .....	77
<b>Tabel 4.22</b>	Perbandingan pengujian sistem suspensi secara visual.....	78
<b>Tabel 4.23</b>	Kriteria angka penilaian pengujian sistem suspensi visual .....	78

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1** GAMBAR TEKNIK

**LAMPIRAN 2** PROSES PRODUKSI DAN PENGUJIAN

**LAMPIRAN 3** TABEL LEAD TIME DAN BILL OF MATERIAL

**LAMPIRAN 4** TABEL DATA PERHITUNGAN

**LAMPIRAN 5** TABEL SPESIFIKASI PEGAS

**LAMPIRAN 6** BIODATA PENULIS



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

A	= Luas penampang (mm)
T	= Menghitung waktu pemotongan (detik)
E	= modulus elastisitas E (kg/mm <sup>2</sup> )
G	= modulus gesernya G (kg/mm <sup>2</sup> ).
Do	= Diameter rata-rata pegas (mm)
D	= Diameter luar pegas (mm)
d	= Diameter kawat pegas (mm)
K	= Faktor konstanta wahl
w	= Berat kendaraan (kg)
c	= Indeks pegas
n	= Jumlah lilitan aktif (buah)
N	= Jumlah lilitan total (buah)
g	= Gaya Gravitasi 9,8 m/s <sup>2</sup>
Satas	= Panjang lengan suspensi atas (mm)
bp	= Lebar penampang (mm)
hp	= Tinggi penampang (mm)
<i>Mb</i>	= Momen lengkung (N/mm)
<i>Wb</i>	= Tahanan momen (mm <sup>3</sup> )
Sbawah	= Panjang lengan suspensi bawah (mm)
GMAW	= <i>Gas Metal Arc Welding</i>
ATV	= <i>All Terrain Vehicle</i>
SUV	= <i>Sports Utility Vehicle</i>
MPV	= <i>Multi Purpose Vehicle</i>
CAD	= <i>computer-aided design</i>