



TUGAS AKHIR - TM 091486

**PERANCANGAN MEKANISME PELETAKAN DAN
PENGUNCI BOX MOBIL PICKUP MULTIGUNA
PEDESAAN**

RIZKY PRATOMO
2108 100 056

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ing. I made Londen Batan, M.Eng

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - TM 091486

DESIGN OF LOCATING AND LOCKING MECHANISM FOR RURAL MULTIPURPOSE PICKUP TRUCK BOXES

RIZKY PRATOMO
2108 100 056

Guidance Lecture
Prof. Dr. Ing. I made Londen Batan, M.Eng

MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology
November Ten Institutes of Technology
Surabaya 2014

PERANCANGAN MEKANISME PELETAKAN DAN PENGUNCI BOX MOBIL PICKUP MULTIGUNA PEDESAAN

Nama Mahasiswa : Rizky Pratomo
NRP : 2108.100.056
Jurusan : Teknik Mesin FTI - ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. –Ing. I Made Londen
Batun, M.Eng

Abstrak

Untuk menunjang kebutuhan masyarakat pedesaan dalam bidang transportasi dikembangkan mobil GEA Jenis Pickup Multiguna. Konsep multiguna yang ditawarkan adalah dengan 1 mobil saja dapat memiliki 4 buah tipe box yang berbeda yang dapat dilepas pasang. Untuk memenuhi konsep tersebut dibutuhkan perancangan mekanisme peletakan yang dapat membuat box dapat terpasang dengan tepat di atas chasis serta mekanisme pengunci agar box yang telah terpasang tidak dapat terlepas baik saat mobil diam maupun bergerak.

Pada tugas akhir ini dibuat beberapa konsep peletakan dan pengunci yang kemudian akan dipilih konsep terbaik sesuai dengan daftar kebutuhan antara lain ringan ,mudah dibuat, tahan lama, aman dan mudah dipakai. Setelah itu dilakukan perancangan komponen-komponen yang dibutuhkan dilanjutkan dengan pembuatan gambar teknik secara detail dari komponen-komponen yang telah dirancang. Perancangan dilakukan dengan bantuan software CATIA V5R17.

Dari perancangan tugas akhir ini, untuk peletakan box agar tepat pada posisi chasis digunakan mekanisme guider pada box yang dapat mengikuti jalur penampang rolling chasis yang dibuat berbentuk V dengan bantuan HDPE roller dan roller ball bearing. Kemudian mekanisme pengunci yang dipakai adalah dengan menggunakan 4 buah toggle clamp pada sisi samping dari box. Dari perhitungan dan analisa kekuatan diketahui perencanaan toggle aman karena tegangan maksimal yang dihasilkan masih dibawah tegangan luluhnya, baik dalam kondisi mobil menanjak maupun berbelok.

Kata Kunci: perancangan, pickup multiguna, peletakan, pengunci

**DESIGN OF LOCATING
AND LOCKING MECHANISM
FOR RURAL MULTIPURPOSE PICKUP
TRUCK BOXES**

Student Name : Rizky Pratomo
NRP : 2108.100.056
Major : Mechanical Engineering FTI- ITS
Guidance Lecture : Prof. Dr. –Ing. I Made Londen
Batun, M.Eng

Abstract

To support the needs of rural communities in the areas of transportation, Multipurpose GEA Pickup truck car was developed. Multipurpose concept is offered with only one car can have 4 pieces of different box types of removable plug. To meet the required design concept locating mechanism that can make the box can be installed right on top of the chassis and the locking mechanism has been installed so that the box can not be separated either the car is stationary or moving.

On this Final Project several locating and locking mechanism concepts was made and then the best concept that qualify the needs list, that is include light weight, easy to make, durable, safe and easy to use will be selected. After that, designing the components required followed by detailed engineering drawing of the components .The design is done with the help of CATIA V5R17 software.

From the design of this final project, for locating the box right on the chasis position, the guider box mechanism that can follow the path of a rolling cross-section of the v-shaped chasis made with the help of HDPE roller and roller ball bearing was used. Then the locking mechanism that was

used is by using 4 pieces toggle clamp on the side of the box. From the calculation and analysis of toggle clamp, we can assume that locking mechanism is safe because the maximum stress produced is still under the yield stress of material, either the car going uphill or turned

Key Words: design, multipurpose pickup, locating, locking

**PERANCANGAN MEKANISME PELETAKAN DAN
PENGUNCI *BOX* MOBIL *PICKUP* MULTIGUNA
PEDESAAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Teknik Manufaktur
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RIZKY PRATOMO

NRP. 2108 100 056

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

1. Prof. Dr. Ing I Made Londen B, M. Eng.(Pembimbing)
2. Dr. Ir. Agus Sigit Pramono, DEA.(Penguji I)
3. Alief Wikarta, ST., MSc.Eng.a, Ph.D.(Penguji II)
4. Yohanes, ST., MSc.(Penguji III)

SURABAYA

JANUARI, 2014

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala berkat limpahan rahmat dan hidayahNya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tidak lupa sholawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad Sallallahu 'alaihi wasallam.. Dalam penyusunan Tugas Akhir tidak lepas dari bantuan banyak pihak baik moral, material maupun spiritual. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Kedua orang tua, Ir.Herman Martono dan Dra.Murni Yanti dan juga adik Ridho Pradityo atas segala dukungan, motivasi, pengertian dan kesabaran yang telah diberikan selama ini.
- Prof. Dr. Ing. I Made Londen Batan, M. Eng. selaku dosen pembimbing dalam penulisan Tugas Akhir ini.
- Dr.Ir.AgusSigitPramono,DEA.,AliefWikartaST.MSc.Eng .a,PH.D.,dan Yohanes, ST.,MSc.Eng.a,PhD. selaku dosen penguji Tugas Akhir atas bimbingan, saran dan masukannya.
- PT. Tugasanda sebagai tempat pengambilan data
- Kekasih tercinta Arifa Candrawati Imama
- Teman seperjuangan tugas akhir kulpi ,bedes,hargo dan teman teman Lab P3 semuanya.
- Teman-teman SMRM khususnya saudaraku M51

Tugas Akhir ini belum sempurna. Kritik dan saran untuk perbaikan atau kesempurnaan Tugas Akhir sangat diperlukan. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pengetahuan dan pengembangan khususnya dalam bidang transportasi sepeda.

Surabaya, Februari 2014

Penulis,

[Halaman Senganja dikosongkan]

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Perancangan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Deskripsi Mobil GEA	5
2.2 Macam-macam Mekanisme Peletakan dan Pengunci Box	6
2.3 Macam-macam Sistem Pengunci	9
2.4 Teori Analisa Kegagalan Statis.....	10
2.4.1 Teori Kegagalan Normal Maksimum	10
2.4.2 Teori Kegagalan Tegangan Geser Maksimum	11
2.4.3 Teori Kegagalan Distorsi Energi Maksimum	12
2.5 Faktor Keamanan	12
BAB III METODE PERANCANGAN	15
3.1 Diagram Alir Metode Perancangan	15
3.2 Tahapan- tahapan Penelitian	16
3.2.1 Studi Literatur dan Lapangan	16
3.2.2 Penyusunan Daftar Kebutuhan.....	18

3.2.3 Pengembangan Konsep Peletakan dan Pengunci Box	19
3.2.4 Pemilihan Konsep Peletakan dan Pengunci Box	24
3.2.5 Perancangan Komponen Mekanisme Peletakan dan Pengunci Box.....	25
3.2.6 Pembuatan Gambar Detail	25
3.2.7 Kesimpulan dan Saran.....	26
BAB IV PERANCANGAN KOMPONEN MEKANISME PELETAKAN DAN PENGUNCI BOX	27
4.1 Rancangan Komponen Peletakan.....	27
4.1.1 Rolling Chasis.....	28
4.1.2 Guider	29
4.2 Rancangan Komponen Pengunci	32
4.2.1 Analisa Gaya pada Pengunci Saat Mobil Menaiki Tanjakan	33
4.2.2 Analisa Gaya Pada Pengunci Saat Mobil Berbelok	42
4.2.3 Evaluasi Rancangan Pengunci	51
4.2.4 Pengunci Tambahan pada Toggle	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Mekanisme peletakan box pada chasis pickup mobil multiguna	2
Gambar 1.2	Celah yang terjadi karena ketidaksesuaian posisi peletakan box.	3
Gambar 2.1	Mobil GEA jenis Pickup	5
Gambar 2.2	Pemasangan container pada semi-trailer	7
Gambar 2.3	Fifth wheel hitch pada truk trailer	7
Gambar 2.4	Mekanisme peletakan dan pengunci pada truk sampah.....	8
Gambar 2.5	Pemasangan box karavan dengan pickup.....	8
Gambar 2.6	Pengunci box karavan dengan menggunakan torklift.....	9
Gambar 2.7	Toggle Fastener dan Hook	9
Gambar 2.8	Pengunci pintu box container	10
Gambar 3.1	Diagram alir perancangan.	15
Gambar 3.2	Dimensi dari mobil pickup multiguna.....	16
Gambar 3.3	Konsep mobil GEA multiguna yang dapat lepas pasang box	17
Gambar 3.4	Kemiringan yang terjadi pada peletakan box ...	17
Gambar 3.5	Box mobil pickup standar	19
Gambar 3.6	Konsep peletakan A	20
Gambar 3.7	Konsep peletakan B.....	21
Gambar 3.8	Konsep peletakan C.....	22
Gambar 3.9	Posisi peletakan toggle fastener pada pickup ...	23
Gambar 3.10	Posisi penempatan poros pengunci	23
Gambar 4.1	Model peletakan	27
Gambar 4.2	Dimensi rolling chasis untuk konsep peletakan box	28
Gambar 4.3	Dimensi guider.....	29
Gambar 4.4	Letak roller samping untuk konsep peletakan C pada guider	30
Gambar 4.5	Spesifikasi roller samping pada guider	31

Gambar 4.6	Letak roller bawah untuk guider.....	31
Gambar 4.7	Spesifikasi roller bawah untuk guider	31
Gambar 4.8	Toggle Clamp tipe latch	32
Gambar 4.9	Posisi peletakan toggle clamp	33
Gambar 4.10	FBD Kendaraan menaiki tanjakan.....	34
Gambar 4.11	FBD toggle pada box.....	35
Gambar 4.12	FBD kendaraan menaiki tanjakan.....	36
Gambar 4.13	Baut kendaraan menaiki tanjakan.....	36
Gambar 4.14	Gaya yang terjadi pada baut penahan toggle	38
Gambar 4.15	Gaya yang terjadi pada baut penahan hook	39
Gambar 4.16	Analisa tegangan pada toggle saat mobil menanjak dengan software CATIA.	41
Gambar 4.17	Analisa tegangan pada hook dengan software CATIA.	42
Gambar 4.18	Gaya yang terjadi pada saat kendaraan berbelok	43
Gambar 4.19	Kondisi ackerman kendaraan belok.....	43
Gambar 4.20	Gaya sentrifugal pada titik berat box.....	44
Gambar 4.21	Analisa gaya pada titik A	45
Gambar 4.22	Analisa gaya pada titik B.....	45
Gambar 4.23	Analisa tegangan pada baut	47
Gambar 4.24	Baut penahan hook	48
Gambar 4.25	Analisa kekuatan pada toggle clamp dengan menggunakan CATIA saat mobil berbelok	49
Gambar 4.26	Analisa kekuatan pada hook dengan menggunakan CATIA saat mobil berbelok	50
Gambar 4.27	Safety locking pada toggle clamp.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi dan Dimensi Mobil GEA Jenis Pickup.....	6
Tabel 2.2	Faktor Keamanan yang Disarankan	13
Tabel 3.1	List of Requierement	18
Tabel 3.2	Matrik Evaluasi Konsep Peletakan Box	24
Tabel 3.3	Matrik Evaluasi Konsep Pengunci Box.....	25
Tabel 4.1	Spesifikasi Roller Ball Bearing	32

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menunjang perekonomian rakyat pedesaan dibutuhkan alat bantu untuk memenuhi kebutuhan pasar yang ada. Salah satunya adalah kebutuhan transportasi. Pada tahun 2010 pemerintah menggalakan proyek Mobnas (Mobil Nasional) yang salah satu dari proyek mobnas tersebut adalah Mobil GEA (Gulirkan Energi Alternatif) yang dikerjakan oleh PT.INKA. Salah satu jenis mobil yang dibuat adalah jenis Pickup, karena jenis mobil inilah yang lebih dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan dari masyarakat pedesaan.

Terdapat berbagai jenis mobil pickup yang dapat digunakan masyarakat pedesaan. Untuk mempermudah masyarakat pedesaan, mobil GEA jenis pickup yang ada dikembangkan menjadi mobil GEA jenis pickup multiguna. Konsep multiguna yang ditawarkan dari mobil ini adalah dengan 1 mobil saja, dapat memiliki 4 fungsi sekaligus yaitu mengangkut barang, penumpang, alat dan hasil panen serta untuk berniaga. Sehingga 1 mobil pickup memiliki 4 box dengan fungsi yang berbeda-beda. Box yang ada dapat dilepas pasang sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Gambar 1.1 menunjukkan salah satu contoh fungsi multiguna, mobil ini menjadi mobil untuk berniaga. Box dilengkapi dengan kaki penyangga agar dapat menumpu box saat dilepaskan dari mobil. Dengan menempatkan box yang telah dapat berdiri saat terlepas dari mobil, mobil dapat memakai box yang lain. Contohnya semisal mobil pertama kali mengangkut box untuk berniaga, setelah sampai ke pasar, box dilepas dan ditempatkan di pasar. untuk menjualkan barang yang dibawa di dalam box. Maka selama perniagaan berlangsung, mobil pickup dapat berganti dengan memasang box yang lain sehingga hal ini dapat membantu dari masyarakat pedesaan agar bekerja lebih efisien.

Untuk dapat memenuhi konsep multiguna tersebut maka diperlukan mekanisme untuk melepas dan memasang box agar dapat menyatu dengan mobil. Konsep awal yang ada adalah dengan memasang kaki penyangga pada box untuk dapat berdiri, kemudian mobil bergerak mundur untuk masuk pada celah bagian bawah box sehingga posisi dari chasis pada mobil pickup dapat berada tepat di bawah dari box. Kemudian secara perlahan kaki penyangga box dilepas sehingga box dapat menempel dengan menumpu pada chasis dari pickup. Dengan begitu box telah dapat menyatu dengan chasis dari mobil pickup.



Gambar 1.1 Mekanisme peletakan box pada chasis pickup mobil multiguna

Namun dalam merancang konsep multiguna tersebut, timbul permasalahan yaitu pada saat mobil mundur untuk dapat masuk ke dalam celah bagian bawah dari box, maka tentu akan sulit bagi mobil agar dapat mundur dengan benar-benar lurus. Dalam beberapa kali uji coba selalu mendapatkan hasil yang tidak sesuai, posisi box selalu tidak berada tepat sesuai dengan chasis sehingga membuat celah. Oleh karena itu perlu dikembangkan mekanisme yang dapat membuat box tepat berada di posisi yang pas di atas chasis. Selain itu pada rancangan awal belum ada mekanisme pengunci antara box dengan chasis. Untuk itu perlu

ditambahkan mekanisme pengunci yang berfungsi agar box tidak terlepas saat terpasang dan tidak jatuh saat mobil digerakkan.



Gambar 1.2 Celah yang terjadi karena ketidaksesuaian posisi peletakan box

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian pada latar belakang, maka permasalahan yang ada dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang konsep peletakan box multiguna dengan rolling chasis, khususnya peletakan box di atas chasis
2. Bagaimana merancang konsep pengunci box multiguna agar aman saat mobil digunakan

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan pada Tugas Akhir ini yaitu :

1. Merancang peletakan box dan chasis dari mobil pickup multiguna pedesaan
2. Merancang pengunci box dan chasis dari mobil pickup multiguna pedesaan

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam perancangan peletakan dan pengunci box dari mobil pickup multiguna adalah sebagai berikut :

1. Box yang dipakai adalah box penumpang yang telah dibuat oleh PT.Tugasanda
2. Pembahasan kekuatan box dan jack stand tidak dilakukan

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi kepada Industri mengenai mekanisme peletakan dan pengunci mobil GEA jenis pickup multiguna.
2. Memberi informasi mengenai kekuatan dan kelayakan mekanisme peletakan dan pengunci.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Mobil GEA

Untuk menunjang kebutuhan masyarakat pedesaan khususnya dalam bidang transportasi pemerintah pada tahun 2010 menggalakan proyek Mobnas (Mobil Nasional) salah satunya adalah mobil GEA (Gulirkan Energi Alternatif) yang dikerjakan oleh PT INKA. Mobil GEA jenis pickup multiguna tersebut kemudian akan dikembangkan menjadi Mobil GEA jenis pickup multiguna yang dapat memiliki 4 fungsi yaitu untuk berniaga, mengangkut penumpang, mengangkut alat dan hasil panen serta untuk menangkut barang.



Gambar 2.1 Mobil Gea jenis Pick-up

Mobil GEA Jenis Pickup multiguna ini memiliki mesin dengan cc yang relative kecil yaitu 650 CC namun tetap mampu melakukan fungsi sebagaimana mobil pickup yang telah ada di pasaran. Berikut ini adalah spesifikasi dari mobil GEA Jenis Pickup.

Tabel 2.1 Spesifikasi dan Dimensi Mobil GEA Jenis Pickup

<i>Performance</i>	<i>Maximum speed : 85 km/hr, capacity : 1 to 2 person</i>
<i>Body construction</i>	<i>Fiberglass body, high resistance against corrotion, optimum dimension inside cabin</i>
<i>Engine</i>	<i>650 cc – EFI</i>
<i>Drive line & axle</i>	<i>Manual transmission, 4 speed with reverse gear wheel drive with coil spring suspension system</i>
<i>Door, window & accessories</i>	<i>2 access doors with movable window, optional features : AC, tape</i>
<i>Brake system</i>	<i>Disk brake</i>
<i>Length</i>	<i>3320 mm</i>
<i>Width</i>	<i>1490 mm</i>
<i>Height</i>	<i>1640 mm</i>
<i>Wheelbase</i>	<i>1965 mm</i>

2.2 Macam-macam Mekanisme Peletakan dan Pengunci Box

Terdapat berbagai macam jenis mekanisme peletakan dan pengunci box yang telah ada di masyarakat antara lain :

- Pemasangan box pada mobil truk trailer

Pada mobil truk trailer terdapat mekanisme yang digunakan untuk memasang box kontainer kepada chasis truk. Pertama kontainer diangkut dengan menggunakan crane dipasang

kepada semi trailer. Semi trailer adalah bagian belakang dari truk trailer yang dapat dilepas pasang. Pemasangan kontainer pada semi trailer ini dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 pemasangan kontainer pada semi-trailer

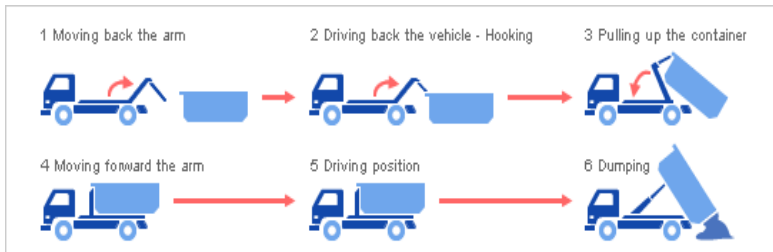
kemudian semi trailer tersebut disambung dengan unit tractor yang merupakan kabin truk dengan menggunakan bantuan fifth wheel hitch seperti pada gambar 2.3. Fifth wheel hitch berfungsi sebagai pengarah sekaligus tempat mengunci semi trailer di unit traktor.



Gambar 2.3 Fifth wheel hitch pada truk trailer

- Pemasangan box mobil truk sampah

Pada mobil truk sampah terdapat mekanisme yang memungkinkan untuk truk sampah tersebut dapat dilepas pasang. Terdapat pengait yang dinamakan arm roll yang dapat diatur secara otomatis untuk dapat mengangkat box dan meletakkannya pada chasis truk.



Gambar 2.4 Mekanisme peletakan dan pengunci pada truk sampah

- Pemasangan box mobil karavan

Pada mobil karavan terdapat mekanisme untuk meletakkan box karavan dengan mobil pickup yang digunakan untuk mengangkat box tersebut. Caranya adalah dengan menaikkan kaki box karavan sehingga dapat dimasuki oleh mobil pickup. Kaki box karavan ini diatur secara otomatis dengan menggunakan kontrol elektrik.



Gambar 2.5 pemasangan box karavan dengan pickup

setelah dirasa lurus kemudian kaki penyangga box karavan tadi diturunkan sehingga dapat menempel dengan kabin belakang pickup. Kemudian box karavan tersebut dikunci dengan bantuan alat yang bernama torlift.



Gambar 2.6 Pengunci box karavan dengan menggunakan torlift.

2.3 Macam-macam Sistem Pengunci

Terdapat sistem pengunci yang telah ada di pasaran, antara lain :

- Mekanisme Toggle Fastener dan Hook

Toggle clamp umumnya terletak pada bagian belakang pickup sebagai pengunci agar penutup bak belakang pickup tidak terbuka. Namun jika digunakan untuk mengunci box yang jauh lebih besar dan berat dapat digunakan toggle clamp yang lebih besar dan dengan suaian pas.



Gambar 2.7 Toggle Fastener dan Hook

- Mekanisme Locking Rod

Sistem pengunci locking rod adalah sistem pengunci yang umum pada pintu dari kontainer. Mekanismenya adalah dengan mendorong tuas yang ada sehingga batang penguncinya dapat memanjang dan menumpu kedua benda yang ingin dikunci. Mekanisme ini juga terdapat pada pagar rumah.



Gambar 2.8 Pengunci pintu box kontainer

2.4 Teori Analisa Kegagalan Statis

Kegagalan (*failure*) dari suatu elemen/komponen yang menerima pembebanan dinyatakan bila elemen tersebut tidak dapat berfungsi lagi dengan baik sesuai yang direncanakan. Untuk analisa kegagalan terdapat beberapa teori yang digunakan, yaitu:

- Teori kegagalan Tegangan Normal Maksimum (*Maximum Normal Stress Theory/MNST*)
- Teori kegagalan Tegangan Geser Maksimum (*Maximum Shear Stress Theory/MSST*)
- Teori kegagalan Tegangan Distorsi Energi Maksimum (*Maximum Distorsion Energy Theory/ MDET*)

2.4.1 Teori Kegagalan Normal Maksimum

Teori ini pertama kali dikemukakan oleh W. J. M. Rankine (1857) sehingga disebut juga teori Rankine. Kegagalan suatu material terjadi bila tegangan normal maksimum mencapai suatu harga tegangan luluh atau tegangan patahnya. Sesuai

dengan teori ini, bila luluh dianggap gagal maka digunakan persamaan :

$$\sigma_t \text{ maksimum} \leq \frac{S_{yt}}{N}$$

$$\sigma_c \text{ maksimum} \leq \frac{S_{yc}}{N}$$

Bila dengan patah dianggap gagal maka persamaan yang digunakan adalah:

$$\sigma_t \text{ maksimum} \leq \frac{S_{ut}}{N}$$

$$\sigma_c \text{ maksimum} \leq \frac{S_{uc}}{N}$$

dimana :

- σ_t = tegangan tarik
- σ_c = tegangan tekan
- S_{yt} = tegangan tarik yield material
- S_{yc} = tegangan tekan yield material
- S_{ut} = tegangan tarik maksimum material
- S_{uc} = tegangan tekan maksimum material
- N = Faktor Keamanan

2.4.2 Teori Kegagalan Tegangan Geser Maksimum

Diusulkan pertama kali oleh C. A. Coulomb (1773), kemudian disempurnakan oleh Tresca (1864) sehingga sering disebut teori kegagalan Tresca. Teori ini menyatakan bahwa kegagalan terjadi bila tegangan geser maksimum yang terjadi, melewati harga tegangan geser yang diijinkan pada material. Teori ini cocok untuk material ulet.

$$\tau_{maksimum} \leq \frac{0,5\tau_{ys}}{N} \quad (2.5) \quad \text{atau}$$

$$\tau_{maksimum} \leq \frac{0,5\tau_{us}}{N} \quad (2.6)$$

dimana :

- τ = tegangan geser
- τ_{ys} = tegangan geser yield material
- τ_{us} = tegangan geser maksimum material
- N = faktor keamanan

2.4.3 Teori Kegagalan Distorsi Energi Maksimum

Teori kegagalan ini pertama kali diusulkan oleh M. T. Hueber (1904) kemudian diperbaiki dan diperjelas oleh R. Von Mises (1913) dan oleh H. Hencky (1925). Teori ini lebih dikenal dengan nama teori kegagalan Von Misses. Kegagalan diprediksi muncul dalam kondisi beban tegangan multiaxial bila energi distorsi per satuan volume menjadi sama atau melebihi energi distorsi per satuan volume pada saat gagalnya material uji.

$$S_y \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \left[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_1)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

dimana :

- S_y = kekuatan yield material
- $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ = tegangan utama

2.5 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Penentuan besarnya faktor keamanan yang sesuai tergantung pada beberapa pertimbangan antara lain material, proses pembuatan, tipe pembebanan, kondisi kerja dan bentuk komponen. Dalam bidang otomotif faktor keamanan diseragamkan dalam satu kesatuan body terhadap pembebanan bending yang diterima. Penentuan faktor keamanan haruslah cermat karena tingginya faktor keamanan akan menyebabkan besarnya dimensi komponen dan borosnya material di lain pihak faktor keamanan yang rendah menyebabkan besarnya resiko yang tidak diinginkan.

Definisi faktor keamanan dapat ditulis sebagai berikut :

1. Untuk desain :

$$SF (design) = \frac{Ultimate\ stress}{Tegangan\ kerja\ atau\ desain} \quad (2.8)$$

Pada kasus material yang ulet, misalnya baja lunak dimana tegangan luluhnya telah diketahui maka :

$$SF (design) = \frac{Yield\ stress}{Tegangan\ kerja\ atau\ desain} \quad (2.9)$$

2. Elemen dengan geometri dan dimensi tertentu :

$$SF (actual) = \frac{Ultimate\ stress}{Calculated\ stress} \quad (2.10)$$

$$SF (actual) = \frac{Yield\ stress}{Calculated\ stress} \quad (2.11)$$

Tabel 2.2 Faktor Keamanan yang disarankan

No.	Faktor keamanan yang disarankan	Parameter dan tingkat ketidakpastian
1.	$N = 1.25 \div 1.5$	Data material yang sangat akurat dan andal, jenis pembebanan yang pasti, metoda perhitungan tegangan yang akurat
2.	$N = 1.5 \div 2$	Data Material yang cukup baik, kondisi lingkungan yang stabil, dan beban serta tegangan yang terjadi dapat dihitung dengan baik.

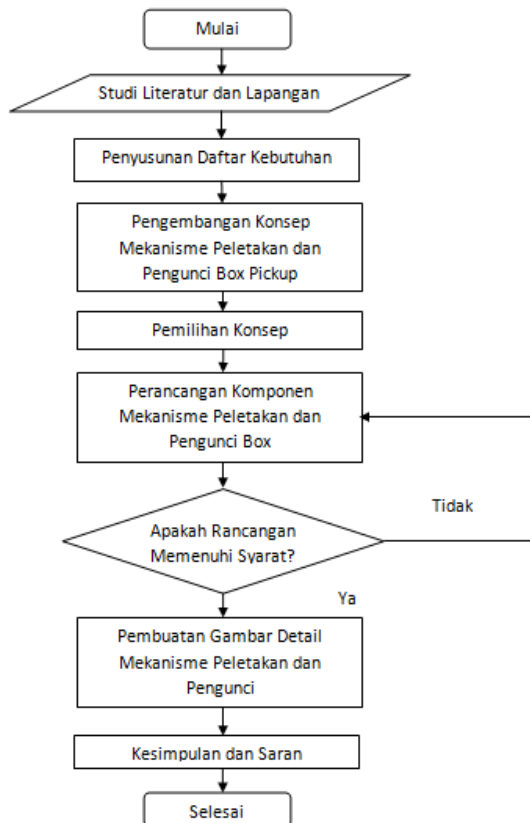
3.	$N = 2.0 \div 2.5$	Average material, komponen dioperasikan pada lingkungan normal, beban dan tegangan dapat dihitung dengan material
4.	$N = 2.5 \div 3$	Untuk material yang datanya kurang baik, atau material getas dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata
5.	$N = 3 \div 4$	Untuk material yang belum teruji, dengan pembebanan, dan lingkungan rata-rata Angka ini juga disarankan untuk material yang teruji dengan baik, tetapi kondisi lingkungan dan pembebanan tidak dapat ditentukan dengan pasti
6.	Beban berulang-ulang (bolak-balik) : angka-angka yang disarankan di atas dapat digunakan tetapi dengan <i>endurance limit</i> sebagai " <i>significant strength</i> "	
7.	Beban dampak : angka-angka yang disarankan di atas dapat digunakan tetapi faktor dampak harus dimasukkan	
8.	Material getas : angka-angka yang disarankan di atas dikalikan dua untuk material	

BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1 Diagram Alir Metode Perancangan

Untuk melakukan perancangan dengan sistematis, maka dibuat diagram alir perancangan seperti gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

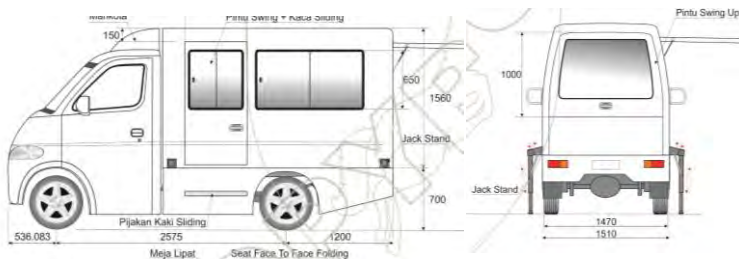
3.2 Tahapan – Tahapan Penelitian

Agar penelitian lebih terarah, maka disusunlah tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut :

- Studi Literatur dan Lapangan
- Penyusunan Daftar Kebutuhan
- Pengembangan Konsep Peletakan dan Pengunci Box Pickup
- Pemilihan Konsep Peletakan dan Pengunci Box Pickup
- Perancangan Komponen Mekanisme Peletakan dan Pengunci
- Pembuatan Gambar Detail Mekanisme Peletakan dan Pengunci box
- Kesimpulan dan saran

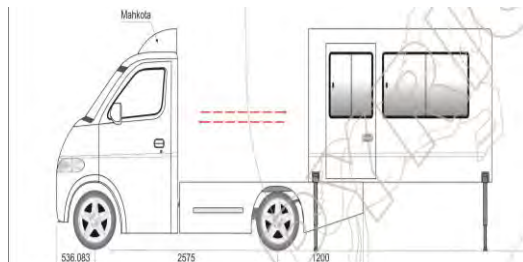
3.2.1. Studi Literatur dan Lapangan

Langkah pertama dalam pengembangan ini dimulai dengan studi literatur, dimana yang akan dipelajari adalah ilmu ilmu yang mengkaji mengenai konsep pengembangan produk, dan perhitungan kekuatan dari mekanisme pada literatur yang ada. Kemudian dilanjutkan kepada studi lapangan untuk dapat pengambilan data pada prototype kendaraan dan mengetahui secara pasti bentuk permasalahan yang ada. Gambar 3.2 merupakan dimensi dari mobil pickup multiguna.



Gambar 3.2 Dimensi dari mobil pickup multiguna

Mobil pickup multiguna pedesaan ini dirancang dengan konsep box yang dapat dilepas pasang dari chassis. Setiap box memiliki kaki kaki penyangga yang dapat dinaikkan dan diturunkan yang dapat berfungsi untuk menumpu box saat terlepas dari mobil pickup. Di saat box telah dapat tertumpu, mobil pickup dapat dipisahkan dari box dengan cara mengendarainya. Begitu pula dengan mekanisme pemasangannya, mobil dikendarai mundur sehingga chassis dari pickup dapat berada di bawah dari box, kemudian kaki dari box diturunkan perlahan-lahan sehingga dapat menempel dengan chassis.. Konsep tersebut dapat dijelaskan melalui gambar 3.3.



Gambar 3.3 Konsep Mobil GEA multiguna yang dapat lepas pasang box

Namun terdapat permasalahan pada konsep tersebut, peletakan yang terjadi seringkali menyebabkan posisi dari box dan chassis tidak sesuai. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 3.4 dimana posisi dari box dan chassis terlihat miring dan tidak pas satu sama lain.



Gambar 3.4 kemiringan yang terjadi pada peletakan box

Akibat yang ditimbulkan dari kemiringan peletakan box ini berpengaruh kepada mekanisme pengunci yang akan digunakan. Ketidaksesuaian posisi ini menyebabkan pengunci akan sulit dilakukan karena mekanisme pengunci harus menghubungkan antara box dengan chasis. Oleh karena itu perlu dikembangkan mekanisme peletakan yang dapat menyesuaikan posisi box dengan chasis secara tepat, dan juga mekanisme pengunci yang mampu untuk menahan agar box tidak terlepas dari chasis baik di saat mobil diam maupun bergerak.

3.2.2 Penyusunan Daftar Kebutuhan

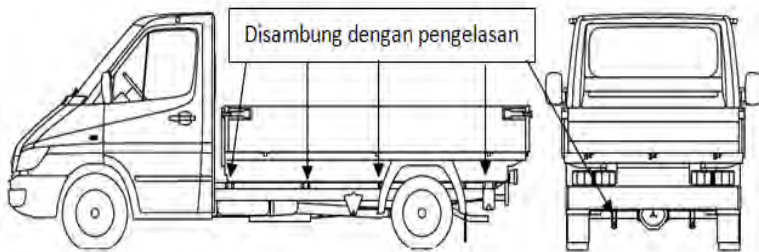
Untuk memudahkan rancangan nantinya dibutuhkan Penyusunan Daftar Kebutuhan (List of Requirement) untuk mengklasifikasikan rancangan produk sesuai dengan kebutuhannya.

Tabel 3.1 List of Requirement

No	Uraian		Keterangan
1	Fungsi	1	Dapat meletakkan dengan pas
		2	Dapat mengunci dengan aman
2	Spesifikasi Dimensi	1	Tinggi = 1560 mm
		2	Lebar Box = 1470
		3	Panjang Box = 2470
3	Material	1	Material Box = Mild steel plate
		2	Material Pickup = Mild steel plate
4	Manufaktur	1	Mudah dimanufaktur
		2	Biaya Pembuatan Murah
		3	Waktu Pembuatan Singkat
5	Keamanan	1	Aman digunakan
		2	Kuat dan Tahan Lama
6	Berat Box	1	Tidak lebih berat dari yang sudah ada di pasar

3.2.3. Pengembangan Konsep Peletakan dan Pengunci Box

Peletakan dan pengunci Box Pickup pada umumnya adalah dengan proses pengelasan. Box Pickup dilas dengan chasis dari rangka mobil sehingga box tersebut kuat menahan beban yang ada di dalam dan tidak terlepas jika terdapat guncangan saat mobil bergerak



Gambar 3.5 Box mobil pickup standar

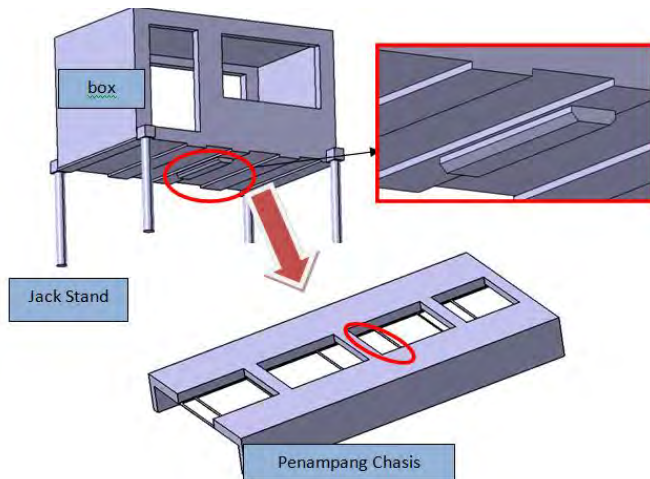
Desain box mobil pickup yang ada di pasaran tersebut tidak dapat dilepas pasang. Untuk memenuhi tujuan multiguna, dikembangkan beberapa konsep mekanisme peletakan dan pengunci untuk box mobil pickup multiguna pedesaan.

A. Pengembangan Konsep Peletakan

Karena konsep peletakan awal masih kurang dapat memenuhi kriteria yang diinginkan maka akan dikembangkan konsep peletakan baru. Konsep yang baru hampir mirip dengan yang awal, pertama adalah dengan menurunkan kaki-kaki penyangga dari box, kemudian mobil dikendarai mundur sehingga chasis dari mobil dapat berada di bawah box. Namun untuk dapat membuat posisi peletakan yang pas perlu diberikan pengarah saat box diturunkan, terdapat dua konsep mekanisme pengarah yang akan dibandingkan.

- Konsep A

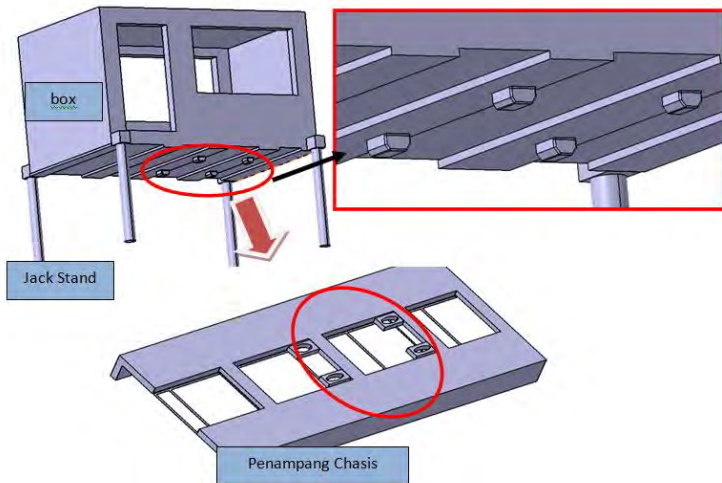
Konsep peletakan yang pertama adalah seperti pada gambar 3.6. Bagian bawah dari box dibentuk sebuah profil yang dapat mengisi dari celah pada chasis sehingga box dan chasis dapat menyatu dengan pas karena profil yang ada akan mengarahkan box menempatkan posisi yang tepat pada celah di chasis



Gambar 3.6 Konsep peletakan A

- Konsep B

Konsep kedua adalah seperti pada gambar 3.7, seperti halnya mekanisme pemasangan container, pada chasis dibuatkan tempat untuk meletakkan pin dari box bagian bawah. Pada saat box diturunkan secara perlahan maka pin dari box menempati lubang yang telah disediakan pada chasis. Profil dari pin dibuat dengan bentuk dari kecil ke lebar untuk mempermudah mengarahkan posisi dari box.

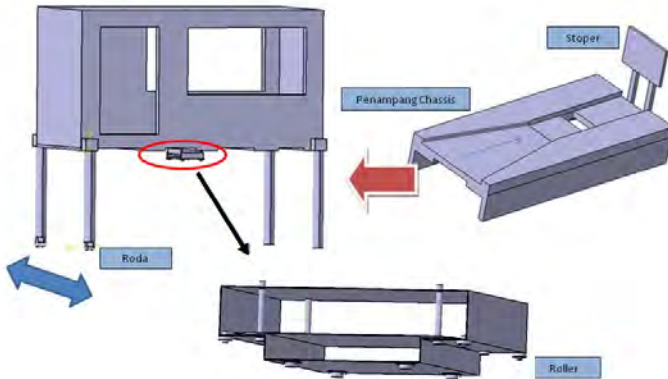


Gambar 3.7 Konsep peletakan B

- Konsep C

Konsep ketiga adalah seperti pada gambar 3.8. Berbeda dengan kedua konsep sebelumnya yang mekanisme peletakannya dengan menurunkan box vertikal terhadap chasis, dalam konsep C mekanisme peletakan dilakukan dari belakang. Penampang chasis dibuat profil sedemikian rupa sehingga membentuk jalur yang nantinya akan dilalui oleh pin pada box yang telah dipasang roller. Kaki depan pada box dipasang roda yang hanya dapat bergerak ke arah kiri dan kanan sehingga saat pin dari box mengenai pengarah pada chasis maka roda akan bergerak untuk menyesuaikan profil dari pin sehingga posisi box dan chasis dapat sejajar. Mobil yang terus dimundurkan nantinya membuat stopper pada bagian kabin belakang mobil dapat mengenai bagian depan dari box. Hal itu merupakan tanda bahwa box sudah berada pada posisi

yang tepat sehingga langkah selanjutnya adalah dengan menurunkan kaki-kaki penyangga box.



Gambar 3.8 Konsep peletakan C

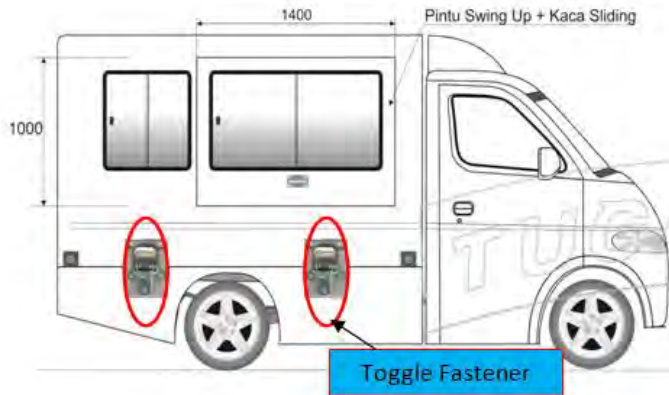
B. Pengembangan Konsep Pengunci

Setelah box dapat terpasang dengan tepat terhadap chasis, maka diperlukan mekanisme pengunci agar box tidak dapat terlepas saat mobil dikendarai. Terdapat dua konsep pengunci yang akan dibandingkan

- Konsep I

Konsep pertama dalam mekanisme pengunci adalah dengan menggunakan Toggle Fastener. Hook dipasang pada box dan toggle fastener dipasang pada chasis. Pemasangan tersebut dilakukan dengan menggunakan baut. Setelah

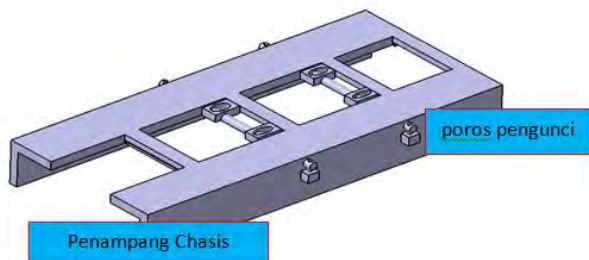
box dapat terpasang dengan benar terhadap chasis, maka toggle fastener dapat dikaitkan terhadap hook sehingga box dengan chasis dapat terkunci.



Gambar 3.9 Posisi penempatan toggle fastener pada pickup

- Konsep II

Konsep kedua adalah dengan memakai poros pengunci pada sambungan yang menghubungkan peletakan box dan chasis. Dengan memasukkan locking rod pada celah di keduanya, maka box dan chasis dapat terkunci.



Gambar 3.10 Posisi penempatan poros pengunci

3.2.4. Pemilihan Konsep Peletakan dan Pengunci Box

Proses selanjutnya adalah pemilihan konsep berdasarkan daftar kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu antara lain ,biaya dan keamanan.

Tabel 3.2 Matrik evaluasi konsep peletakan box

Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep					
		Konsep A		Konsep B		Konsep C	
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Ringan	20%	3	0.6	4	0.8	3	0.6
Mudah dibuat	10%	4	0.4	3	0.3	3	0.3
Tahan lama	20%	3	0.6	3	0.6	3	0.6
Biaya	20%	3	0.6	4	0.8	4	0.8
Mudah di pakai	10%	4	0.4	3	0.3	5	0.5
Aman	20%	3	0.6	3	0.6	4	0.8
	Nilai Absolut		3.2		3.4		3.6
	Nilai Relatif		31.37%		33.33%		35.29%

Dari penilaian konsep yang telah dilakukan dipilih konsep C yang akan digunakan sebagai mekanisme peletakan box pada chasis.

Tabel 3.3 Matrik evaluasi konsep pengunci box

Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep			
		Konsep I		Konsep II	
		Rate	Skor Bobot	Rate	Skor Bobot
Kuat	30%	4	1.2	3	0.9
Mudah di manufaktur	10%	3	0.3	4	0.4
Tahan lama	20%	4	0.8	3	0.6
Biaya	20%	3	0.6	4	0.8
Mudah di pakai	20%	4	0.8	3	0.6
	Nilai Absolut		3.7		3.3
	Nilai Relatif		52.86%		47.14%

Dari penilaian konsep yang telah dilakukan dipilih konsep I sebagai mekanisme pengunci box pada chasis.

3.2.5. Perancangan Komponen Mekanisme Peletakan dan Pengunci Box

Setelah mendapatkan konsep terpilih, selanjutnya perlu dirancang seluruh komponen yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dari konsep yang telah terpilih. Komponen yang akan dirancang disesuaikan dengan katalog yang ada di pasaran berdasarkan kebutuhan yang diperlukan. Untuk memperkuat rancangan akan dibuat analisa kekuatan pengunci dengan menggunakan software CATIA

3.2.6 Pembuatan Gambar Detail

Setelah dilakukan proses perancangan komponen, selanjutnya dibuat gambar komponen yang lebih detail dalam bentuk gambar teknik.

3.2.7 Kesimpulan dan Saran

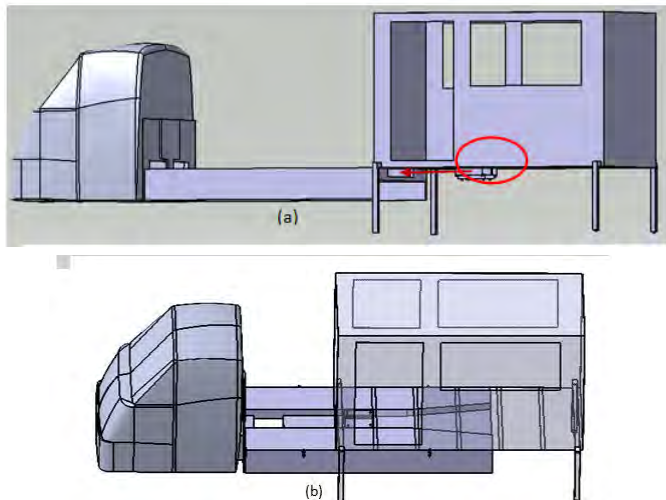
Hasil dari pengembangan mekanisme peletakan dan pengunci mobil pickup Multiguna ini akan dirangkum dalam suatu kesimpulan dan dilengkapi dengan saran-saran untuk membantu pengembangan kedepannya.

BAB IV PERANCANGAN KOMPONEN MEKANISME PELETAKAN DAN PENGUNCI BOX

Dari pemilihan konsep telah didapat konsep mekanisme yang terpilih. Yang perlu dilakukan selanjutnya adalah perancangan komponen mekanisme dari konsep yang telah terpilih sebelumnya.

4.1 Rancangan Komponen Peletakan

Dari pemilihan konsep peletakan dipilih konsep C, yaitu sebuah model peletakan yang terdiri dari guider yang terletak pada bagian bawah lantai dari box yang dilengkapi dengan roda yang akan diarahkan pada jalur yang ada pada roller chasis. Untuk lebih detail rancangan bagian peletakan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 model peletakan (a) saat rolling chasis masuk alur v pada chasis (b) saat box di atas chasis

Dari konsep tersebut diperlukan komponen-komponen tertentu yang menunjang mekanisme konsep peletakan. Oleh karena itu, perlu dirancang komponen-komponen utama penyusun mekanisme tersebut seperti rolling chasis dan guider.

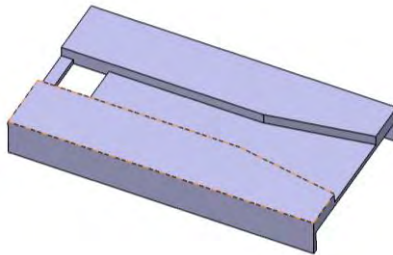
4.1.1. Rolling Chasis

Chasis yang digunakan dalam Mobil GEA Jenis pickup multiguna ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Dimensi :

Panjang Keseluruhan	= 3900 mm
Lebar Keseluruhan	= 765 mm
Tinggi	= 120 mm
Jarak antar roda	= 2550 mm
- Material :
 - Tipe : *mild steel* atau *low carbon steel*.
 - Density : 7850 kg/m^3
 - Modulus Young : 210 GPa
 - Ultimate Tensile Strength : 460 MPa
 - Compressive Yield Strength : 250 MPa
 - Tensile Yield Strength : 250 Mpa
 - Shear strength : 240 N/mm^2

Untuk menunjang dari konsep mekanisme yang ada maka chasis yang ada perlu ditambahkan penampang chasis dengan profil sebagai berikut :

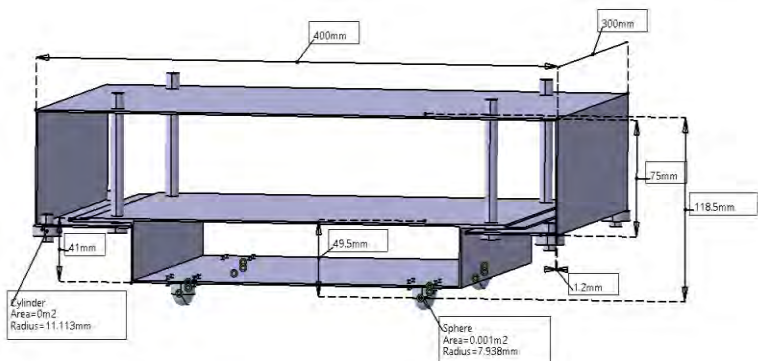


Gambar 4.2 Profil rolling chasis untuk konsep peletakan box

Penampang chasis ini diletakan di atas chasis yang ada, disambung dengan sambungan las. Material yang dipakai sebagai penampang chasis adalah Mild Steel dengan tebal plat 1,2 mm. Penampang chasis dibentuk sedemikian rupa agar dapat mengarahkan guider yang terletak pada box agar dapat menempati posisi dengan tepat.

4.1.2. Guider

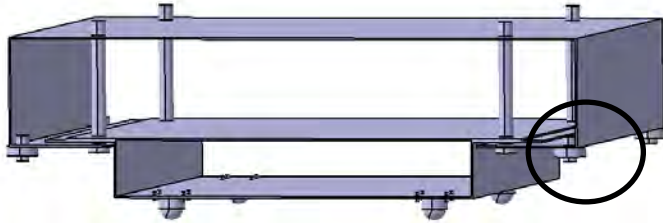
Guider dipasang di bagian bawah dari box yang berfungsi agar box dapat terpasang dengan tepat di atas chasis. Material yang digunakan adalah *mild steel* dengan ketebalan 1,2 mm. Beberapa plat dibentuk dan kemudian digabung satu sama lain dengan las dan baut.



Gambar 4.3 Dimensi guider

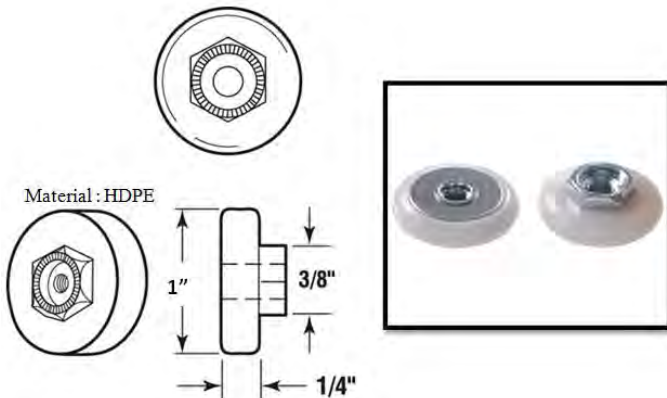
Pada mekanisme guider terdapat komponen – komponen yang mendukung antara lain :

- Roller



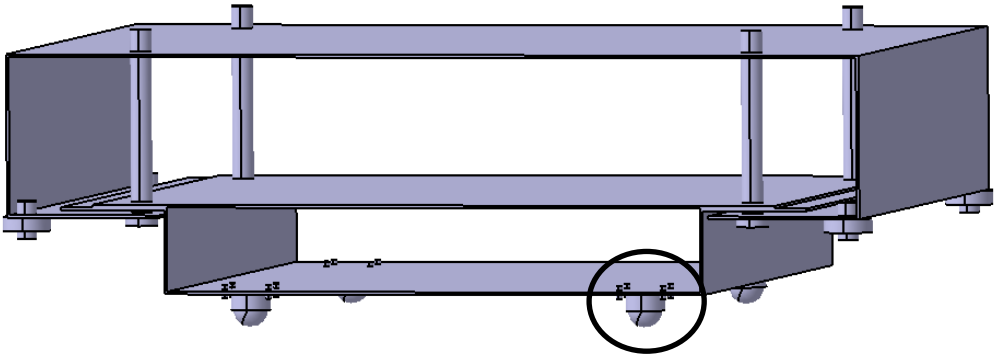
Gambar 4.4 Letak roller samping untuk Konsep peletakan C pada guider

Roller berfungsi untuk mengurangi gesekan saat guider mengenai pengarah pada penampang chasis. Direncanakan terdapat 4 buah roller yang dipasang di tiap ujung dari guider, sehingga dapat mengurangi gesekan meskipun disaat bergerak menyesuaikan bentuk dari pengarah pada rolling chasis. Roller yang digunakan adalah ball bearing dengan spesifikasi dan dimensi sebagai berikut :



Gambar 4.5 Spesifikasi roller samping pada guider

- Roda



Gambar 4.6 Letak roller bawah untuk guider

Roda berfungsi untuk mengurangi gesekan antara guider dengan penampang chasis bagian bawah. Direncanakan terdapat 4 buah roda yang dipasang dibagian bawah dari guider. Roda dipasang di sisi depan dan belakang untuk dapat memudahkan saat pertama kali mengenai rolling chasis. Roda yang digunakan dalam mekanisme ini menggunakan roller ball bearing, seperti terlihat pada gambar 4.7 dengan spesifikasi dan dimensi seperti tabel 4.1.



Gambar 4.7 Spesifikasi roller bawah untuk guider

Tabel 4.1 Spesifikasi Roller Ball Bearing

Uraian	Unit/Satuan
Nama	5/8" Roller Ball Bearing
Kapasitas	66 lbs.
Material	Steel
Product Depth	2 in.
Product Height	7/8 in.
Product Weight	0.093 lbs.
Product Width	1-1/3 in.

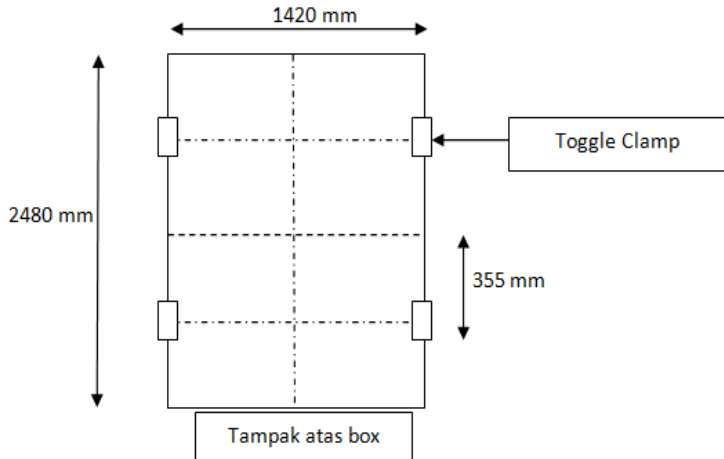
4.2 Rancangan Komponen Pengunci

Mekanisme pengunci diperlukan agar box tidak terlepas dari chasis saat mobil digunakan, baik pada bidang datar, jalan menanjak, menurun serta berbelok. Pada pemilihan konsep pengunci dipilih latch toggle clamp sebanyak 4 buah yang akan digunakan sebagai komponen pengunci box, seperti diperlihatkan pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Toggle clamp tipe latch

Untuk mengetahui apakah toggle clamp tersebut dapat menahan beban dari box maka perlu dilakukan analisa. Posisi peletakan toggle dibuat sama sehingga beban dari box yang diasumsikan merata dapat dianggap memiliki beban yang sama yang diterima oleh toggle clamp.

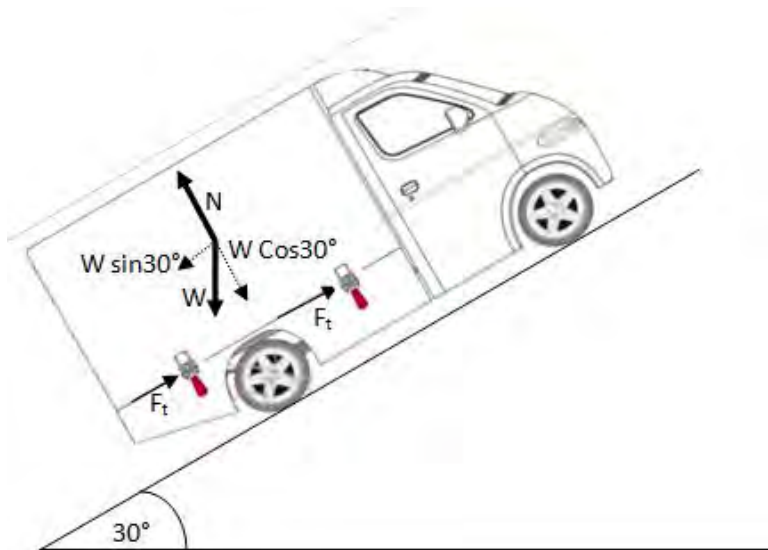


Gambar 4.9 Posisi peletakan toggle clamp

Kemudian akan dianalisa tegangan yang terjadi pada komponen dari toggle clamp dan juga hook. Setiap toggle dianalisa dengan menanggung beban sebesar $\frac{1}{4}$ dari berat box karena asumsi beban merata.

4.2.1 Analisa Gaya pada Pengunci Saat Mobil Menaiki Tanjakan

Berikut ini adalah FBD (Free Body Diagram) pada toggle clamp akibat gaya berat pada saat mobil menaik tanjakan sebesar 30 derajat, seperti tampak pada gambar 4.10



Gambar 4.10 FBD Kendaraan menanjak

Dimana :

$$W = \text{Berat box} = M \cdot g = 600 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ kg/m}^2 = 5880 \text{ N}$$

N = Gaya Normal

F_t = Gaya Tahan Toggle

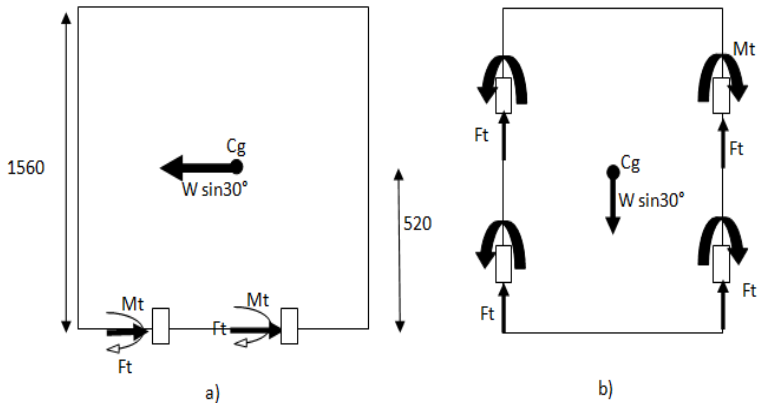
$$\sum F_y = 0$$

$$N - W \cos 30^\circ = 0$$

$$N = W \cos 30^\circ$$

$$N = 5092,23 \text{ N}$$

- *Analisa gaya pada toggle*



Gambar 4.11 FBD Toggle pada box a)tampak samping b)tampak atas

$$\sum F_t = 0$$

$$F_t - W \sin 30^\circ = 0$$

$$F_t = W \sin 30^\circ = 5880 \sin 30^\circ$$

$$F_t = 2940 \text{ N}$$

Karena Terdapat 4 buah toggle maka,

$$F_t \text{ masing-masing toggle} = 2940 \text{ N} / 4 = 735 \text{ N}$$

$$\sum M_t = 0$$

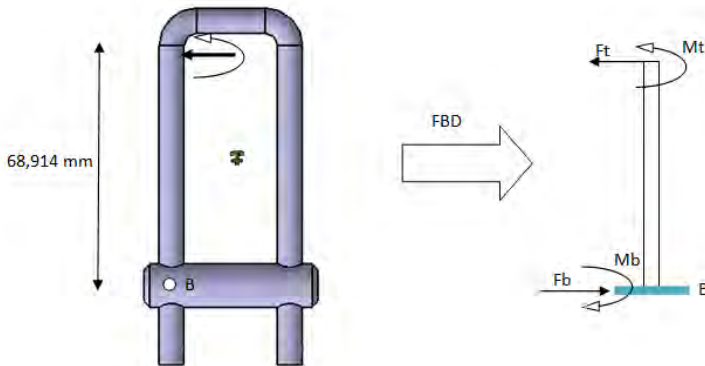
$$M_t - (W \sin 30^\circ \cdot 0,52\text{m}) = 0$$

$$M_t = 2940 \text{ N} \cdot 0,52\text{m}$$

$$M_t = 1528,8 \text{ Nm}$$

$$M_t \text{ pada masing-masing toggle} = 1528,8 / 4 = 382,2 \text{ Nm}$$

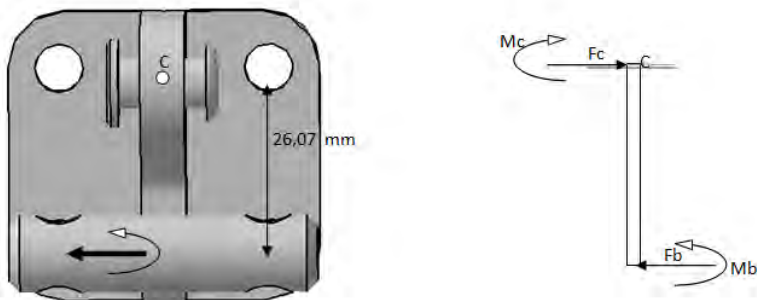
- Analisa gaya pada titik B (titik kritis) pada toggle



Gambar 4.12 FBD Toggle kendaraan menaiki tanjakan

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum M_b &= 0 \\ F_b - F_t &= 0 & M_b - (F_t \cdot 0,068\text{m}) - M_t &= 0 \\ F_b &= F_t & M_b &= (735 \text{ N} \cdot 0,068 \text{ m}) + 382,2 \text{ Nm} \\ F_b &= 735 \text{ N} & M_b &= 432,18 \text{ Nm} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada titik C (penghubung sambungan baut) pada toggle



Gambar 4.13 FBD baut kendaraan menaiki tanjakan

$$\begin{array}{ll}
 \sum F_x = 0 & \sum M_c = 0 \\
 F_c - F_b = 0 & M_c + (F_b \cdot 0,026m) - M_b = 0 \\
 F_c = F_b & M_c = - (735 \text{ N} \cdot 0,026 \text{ m}) + 432,18 \text{ Nm} \\
 F_c = 735 \text{ N} & M_c = 413,07 \text{ Nm}
 \end{array}$$

- Analisa Tegangan pada toggle

Tegangan pada toggle dianalisa pada titik B (titik kritis) yaitu titik dimana dianggap menerima tegangan yang paling besar.

- a. Akibat Beban Aksial (F_b)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\sigma_{fb} = \frac{F_b}{A} = \frac{735 \text{ N}}{2 \cdot (\pi \cdot 0,0095 \cdot 0,0048) \text{ m}} = 2.566.627,5 \text{ N/m}^2$$

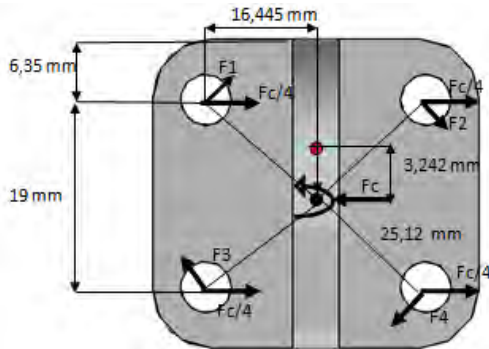
- b. Akibat Momen (M_b)

Tegangan akibat momen dapat diabaikan karena momen pada sisi kiri box berlawanan arah dengan momen pada sisi kanan box sehingga saling menghilangkan seperti terlihat pada gambar 4.11. Sehingga tegangan yang terjadi pada toggle hanya akibat beban aksial.

Material toggle yang digunakan adalah Stainless Steel dengan tegangan luluh sebesar 260.000.000.

Karena tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan luluh material maka toggle dapat dianggap aman digunakan.

- Analisa tegangan pada baut
 - Baut penahan toggle



Gambar 4.14 Gaya yang terjadi pada baut penahan toggle

$$F_c = 735 \text{ N}$$

$$M = 735 \text{ N} \cdot (0,00324\text{m}) + 613,17 \text{ Nm} = 615,55 \text{ Nm}$$

Jarak tiap baut terhadap titik O : 25,12 mm

Geseran primer pada tiap baut adalah :

$$F_c/N = 735 \text{ N} / 4 = 183,75 \text{ N}$$

Karena simetris, maka geseran sekunder dapat dihitung sebagai berikut :

$$F_{1,2,3,4} = \frac{Mr}{4r^2} = \frac{M}{4r} = \frac{615,55 \text{ Nm}}{4(0,025\text{m})} = 3924,81 \text{ N}$$

Gaya Resultan pada masing2 baut :

$$Fr1 = Fr2 = 4060,35 \text{ N}$$

$$Fr3 = Fr4 = 3836,23 \text{ N}$$

Dari tabel untuk M6 dengan Diameter 6 mm Diameter minor (Di) adalah sebesar 4,77 mm

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot Di^2 \cdot n = \frac{1}{4} \cdot \pi (0,0047m^2) \cdot 4$$

$$A = 0,000069 \text{ m}^2$$

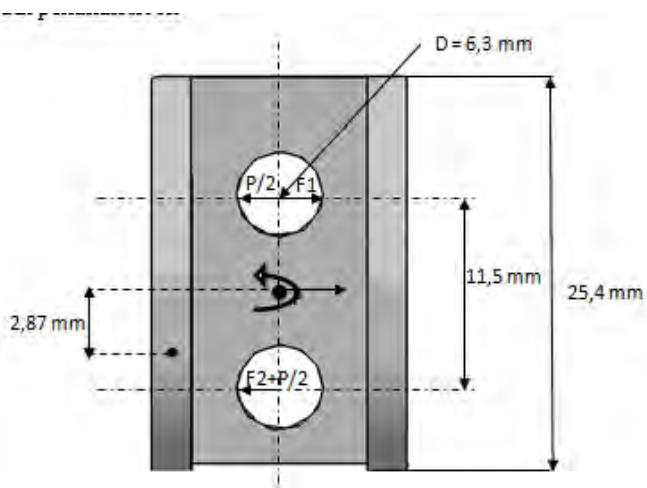
Diperoleh tegangan geser

$$\tau_{baut} = F/A = 4060,35 \text{ N} / 0,000069 \text{ m}^2 = 58.845.652,17 \text{ N/m}^2$$

Spesifikasi baut yang digunakan adalah M6 dengan kekuatan bahan sebesar 240.000.000 N/m². Tegangan ijin = (240.000.000 N/m²) / 2 = 120.000.000 N/m²

Karena tegangan geser baut lebih kecil daripada tegangan ijin maka baut aman digunakan.

➤ Baut penahan hook



Gambar 4.15 Gaya yang terjadi pada baut penahan hook

$$F = 735 \text{ N}$$

$$M = 735 \text{ N} \cdot (0,0028\text{m}) = 2,05 \text{ Nm}$$

Jarak tiap baut terhadap titik O : 5,75 mm

Geseran primer pada tiap baut adalah :

$$F_c/N = 735 \text{ N} / 2 = 367,5 \text{ N}$$

Karena simetris, maka geseran sekunder dapat dihitung sebagai berikut :

$$F_{1,2,3,4} = \frac{Mr}{4r^2} = \frac{M}{4r} = \frac{2,05 \text{ Nm}}{4(0,0057\text{m})} = 89,91 \text{ N}$$

Gaya Resultan pada masing2 baut :

$$Fr_1 = 277,59 \text{ N}$$

$$Fr_2 = 457,41 \text{ N}$$

Dari tabel untuk M6 dengan Diameter 6 mm Diameter minor (Di) adalah sebesar 4,77 mm

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot Di^2 \cdot n = \frac{1}{4} \cdot \pi (0,0047\text{m}^2) \cdot 2$$

$$A = 0,000034 \text{ m}^2$$

Diperoleh tegangan geser

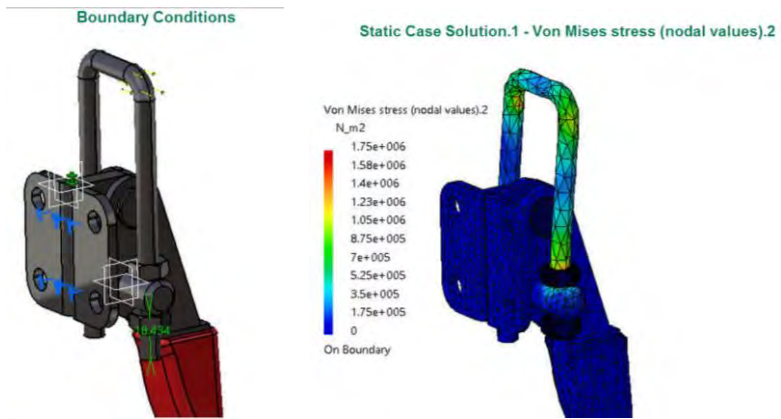
$$\tau_{baut} = F/A = 457,41 \text{ N} / 0,000034 \text{ m}^2 = 13.453.235,29 \text{ N/m}^2$$

Spesifikasi baut yang digunakan adalah M6 kelas 4.8 dengan kekuatan bahan sebesar 240.000.000 N/m².

$$\text{Tegangan ijin} = (240.000.000 \text{ N/m}^2) / 2 = 120.000.000 \text{ N/m}^2$$

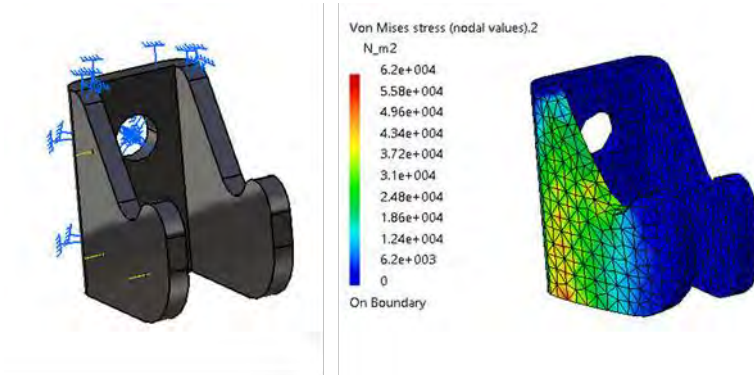
Karena tegangan geser baut lebih kecil daripada tegangan luluh materialnya maka baut aman digunakan.

- *Analisa dengan menggunakan CATIA*



Gambar 4.16 Analisa tegangan pada toggle saat mobil menanjak dengan software CATIA

Tegangan Luluh pada bahan Stainless Steel yang digunakan sebagai Material Toggle adalah $260.000.000 \text{ N/m}^2$. Dari analisa tegangan yang telah dilakukan dengan menggunakan CATIA diperoleh tegangan maksimal sebesar $1.750.000 \text{ N/m}^2$. Oleh karena tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan luluh pada material, maka toggle aman digunakan.

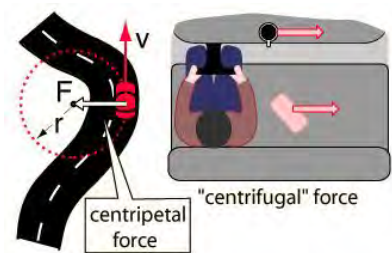


Gambar 4.17 Analisa tegangan pada hook saat mobil menanjak dengan software CATIA

Tegangan Luluh pada bahan Stainless Steel yang digunakan sebagai Material Toggle adalah $260.000.000 \text{ N/m}^2$. Dari analisa tegangan yang telah dilakukan dengan menggunakan CATIA diperoleh tegangan maksimal sebesar 62000 N/m^2 . Oleh karena tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan luluh pada material, maka toggle aman digunakan.

4.2.2 Analisa gaya pada pengunci saat mobil berbelok

Pada saat mobil berbelok, terdapat gaya sentrifugal yang terjadi pada box jika tidak dikunci. Olehkarena itu diperlukan analisa terhadap pengunci akibat gaya sentrifugal.



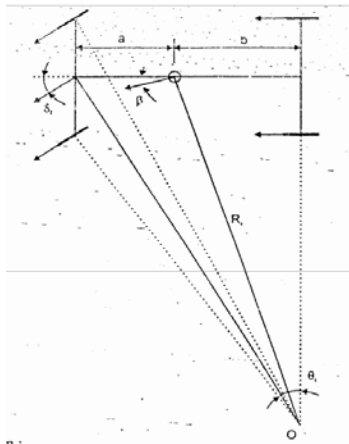
Gambar 4.18 Gaya yang terjadi pada saat kendaraan berbelok

Dimana :

$F_g = MV^2 / R =$ Gaya Sentrifugal

$V =$ Kecepatan mobil

$r =$ radius sudut belok



Gambar 4.19 Kondisi ackerman kendaraan belok

Dimana :

$O =$ pusat putar sementara

$R_i =$ Radius belok ackerman

$\theta_i =$ sudut belok ideal

$B =$ Sudut side slip kendaraan

$\delta_f =$ sudut steer rata-rata dari roda depan

Untuk kondisi ideal, secara geometris dan pendekatan, besarnya radius belok dapat dihitung dengan rumus :

$$R_t = \frac{a+b}{\delta_f} 57,29$$

$$R_t = \frac{2,575}{29,5} 57,29 = 5 \text{ m}$$

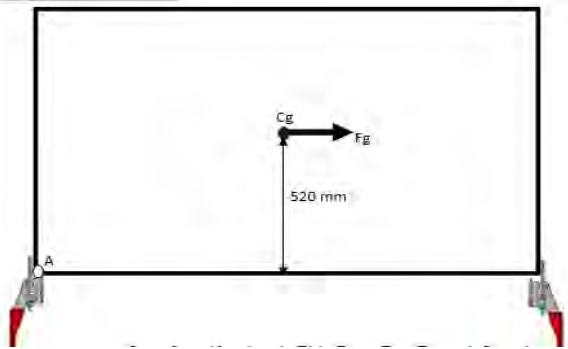
Asumsi kecepatan maksimal mobil pickup multiguna di pedesaan agar tidak terguling saat berbelok adalah sebesar 15 Km/jam atau sebesar 4,16 m/s

$$F_g = MV^2 / R$$

$$F_g = 1500 \text{ Kg} \cdot (4,16 \text{ m/s})^2 / 5 \text{ m}$$

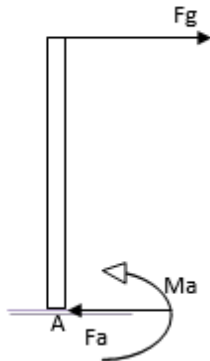
$$F_g = 5191,68 \text{ N}$$

- Analisa gaya pada toggle



Gambar 4.20 Gaya Sentrifugal pada Titik Berat Box Tampak Samping

- Analisa gaya pada titik A (titik kritis)



Keterangan :

F_g = Gaya Sentrifugal pada box

F_a = Gaya axial toggle

M_a = Momen akibat gaya sentrifugal pada titik berat

Gambar 4.21 FBD pada titik A

$$\sum F_a = 0$$

$$F_g - F_a = 0$$

$$F_g = F_a$$

$$F_a = \frac{1}{4} \cdot 5191,68 \text{ N}$$

$$F_a = 1297,92 \text{ N}$$

$$\sum M_a = 0$$

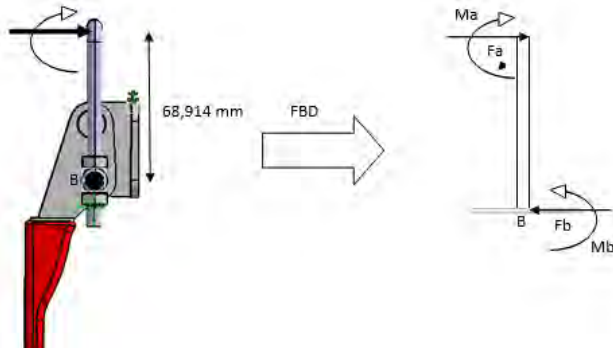
$$(F_g \cdot 0,520 \text{ m}) - M_a = 0$$

$$M_a = 5191,68 \text{ N} \cdot 0,52 \text{ m}$$

$$M_a = \frac{1}{4} \cdot 2699,67 \text{ Nm}$$

$$M_a = 674,91 \text{ Nm}$$

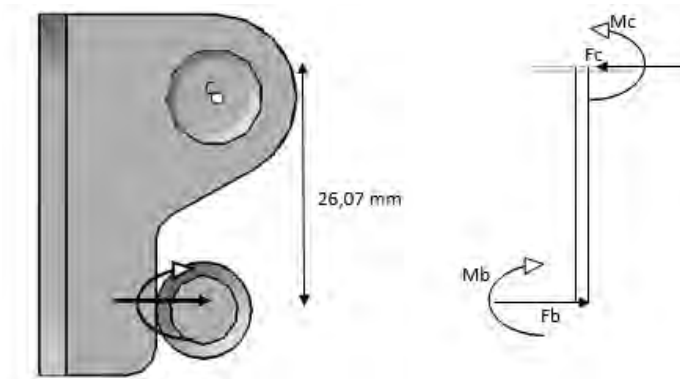
- Analisa gaya pada titik B (titik kritis)



Gambar 4.22 Analisa gaya pada titik B (titik Kritis)

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum M_b &= 0 \\ F_a - F_b &= 0 & (F_a \cdot 0,068 \text{ m}) + M_a - M_b &= 0 \\ F_a &= F_b & M_b &= (1297,92 \text{ N} \cdot 0,068 \text{ m}) + 674,91 \text{ Nm} \\ F_b &= 1297,92 \text{ N} & M_b &= 763,16 \text{ Nm} \end{aligned}$$

- Analisa gaya pada titik c (penghubung sambungan baut) pada toggle



Gambar 4.23 Analisa gaya pada titik C (penghubung sambungan baut) pada toggle

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum M_c &= 0 \\ F_b - F_c &= 0 & M_b - (F_b \cdot 0,026 \text{ m}) - M_c &= 0 \\ F_c &= F_b & M_c &= 763,16 \text{ Nm} - (1297,92 \text{ N} \cdot 0,039 \text{ m}) \\ F_c &= 1297,92 \text{ N} & M_c &= 712,541 \text{ Nm} \end{aligned}$$

- Analisa Tegangan pada toggle
Tegangan pada toggle dianalisa pada titik B (titik kritis) yaitu titik dimana dianggap menerima tegangan yang paling besar.

a. Akibat Beban Aksial (Fb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\sigma_{fb} = \frac{Ft}{A} = \frac{1297,92N}{2.(\pi.0,0095.0,0048)m} = 4.532.349,98 \text{ N/m}^2$$

b. Akibat Momen (Mb)

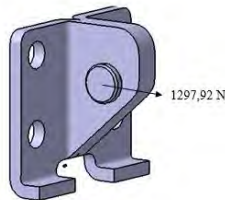
Tegangan akibat momen dapat diabaikan karena tegangan pada toggle di sisi kiri saling menghilangkan dengan tegangan akibat momen pada toggle di sisi kanan dari box diakibatkan arah gaya yang berlawanan.

Material toggle yang digunakan adalah Stainless Steel dengan tegangan luluh sebesar 260.000.000.

Karena tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan luluh material maka toggle aman digunakan.

- Analisa tegangan pada baut

- Baut penahan toggle



Gambar 4.24 Analisa tegangan pada baut

Spesifikasi baut yang digunakan adalah M6 kelas 4.8 dengan kekuatan bahan sebesar $600.000.000 \text{ m/s}^2$. Tegangan ijin = $(240.000.000 \text{ N/m}^2) / 2 = 120.000.000 \text{ N/m}^2$

Dari tabel untuk M6 dengan Diameter 6 mm Diameter minor (D_i) adalah sebesar 4,77 mm

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_i^2 \cdot n = \frac{1}{4} \cdot \pi (0,0047\text{m}^2) \cdot 4$$

$$A = 0,000069 \text{ m}^2$$

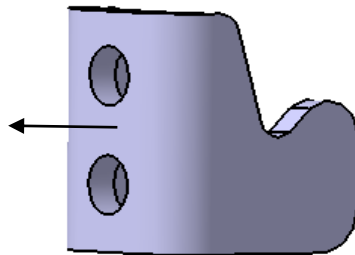
Diasumsikan gaya yang terjadi pada pin berada di titik tengah antara posisi baut sehingga tegangan geser yang diterima baut :

$$\tau_{baut} = F/A = \frac{1297,92 \text{ N}}{0,000069\text{m}^2}$$

$$\tau_{baut} = 18.810.434,78 \text{ N/m}^2$$

Karena tegangan geser baut lebih kecil daripada tegangan ijin maka baut aman digunakan.

➤ Baut penahan hook



Gambar 4.25 Baut penahan hook

Spesifikasi baut yang digunakan adalah M6 kelas 4.8 dengan kekuatan bahan sebesar $600.000.000 \text{ m/s}^2$. Tegangan ijin = $(240.000.000 \text{ N/m}^2) / 2 = 120.000.000 \text{ N/m}^2$

Dari tabel untuk M6 dengan Diameter 6 mm Diameter minor (D_i) adalah sebesar 4,77 mm

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_i^2 \cdot n = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,0047\text{m})^2 \cdot 2$$

$$A = 0,000034$$

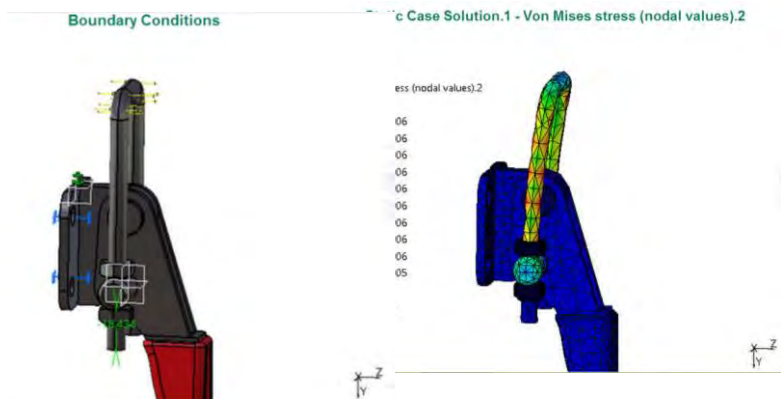
Diasumsikan gaya yang terjadi pada pin berada di titik tengah antara posisi baut sehingga tegangan geser yang diterima baut :

$$\tau_{baut} = F/A = \frac{1297,92 \text{ N}}{0,000034}$$

$$\tau_{baut} = 38.174.117,64 \text{ N/m}^2$$

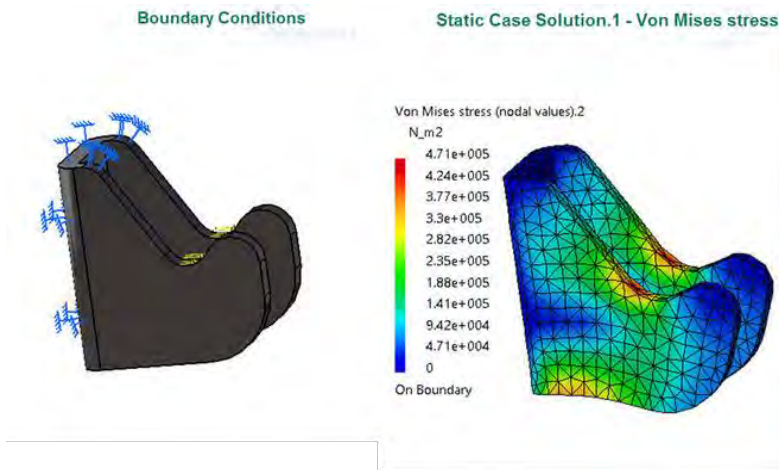
Karena tegangan geser baut lebih kecil daripada tegangan ijin maka baut aman digunakan.

- Analisa tegangan dengan menggunakan CATIA



Gambar 4.26 Analisa kekuatan pada toggle clamp dengan menggunakan CATIA saat mobil berbelok

Tegangan Luluh pada bahan Stainless Steel yang digunakan sebagai Material Toggle adalah $260.000.000 \text{ N/m}^2$. Dari analisa tegangan yang telah dilakukan dengan menggunakan CATIA diperoleh tegangan maksimal sebesar $5.970.000 \text{ N/m}^2$. Oleh karena tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan luluh pada material, maka toggle aman digunakan.



Gambar 4.27 Analisa kekuatan pada hook dengan menggunakan CATIA saat mobil berbelok

Tegangan Luluh pada bahan Stainless Steel yang digunakan sebagai Material Hook dari toggle adalah $260.000.000 \text{ N/m}^2$. Dari analisa tegangan yang telah dilakukan dengan menggunakan CATIA diperoleh tegangan maksimal sebesar 471.000 N/m^2 . Oleh karena tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan luluh pada material, maka toggle aman digunakan.

4.2.3 Evaluasi Rancangan Pengunci

Seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dimana tegangan yang bekerja pada pengunci tidak termasuk tegangan yang terjadi akibat momen bending oleh gaya berat box di titik beratnya. Namun dalam realitanya terdapat pengaruh momen dari titik berat terhadap ketinggian box ditinjau dari titik beratnya. Jika gaya-gaya yang muncul tersebut diikutsertakan dalam analisa kekuatan pengunci seperti uraian berikut, dimana :

- Untuk Keadaan Menaiki Tanjakan

a. Akibat Beban Aksial (Fb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\sigma_{fb} = \frac{Fb}{A} = \frac{735N}{2 \cdot (\pi \cdot 0,0095 \cdot 0,0048)m} = 2.566.627,5 \text{ N/m}^2$$

b. Akibat Momen (Mb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\begin{aligned} \sigma_{mb} &= \frac{Mc}{I} = \frac{632,28 \text{ Nm} \cdot 0,0024m}{1/64 \cdot \pi D^4} = \frac{632,28 \text{ Nm} \cdot 0,0024m}{1/64 \pi (0,0048)^4 m^4} \\ &= 5,82 \times 10^{10} \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga tegangan total yang terjadi adalah $2.566.627,5 \text{ N/m}^2 + 5,82 \times 10^{10} \text{ N/m}^2 = 5.826.734.015 \text{ N/m}^2$. Material toggle yang digunakan adalah Stainless Steel dengan tegangan luluh sebesar 260.000.000.

Karena tegangan pada toggle lebih besar daripada tegangan luluh material maka toggle tidak aman digunakan.

- Untuk Keadaan Berbelok

- a. Akibat Beban Aksial (Fb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\sigma_{fb} = \frac{Fb}{A} = \frac{1297,92 N}{2.(\pi.0,0095.0,0048)m} = 4.532.349,98 \text{ N/m}^2$$

- b. Akibat Momen (Mb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\begin{aligned} \sigma_{mb} &= \frac{Mc}{I} = \frac{763,16 \text{ Nm} \cdot 0,0024 \text{ m}}{\frac{1}{64} \cdot \pi D^4} = \frac{763,16 \text{ Nm} \cdot 0,0024 \text{ m}}{\frac{1}{64} \pi (0,0048^4) \text{ m}^4} \\ &= 7,03 \times 10^{10} \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Sehingga tegangan total yang terjadi adalah $4.532.349,98 \text{ N/m}^2 + 7,02 \times 10^{10} \text{ N/m}^2 = 7.032.993.338 \text{ N/m}^2$. Material toggle yang digunakan adalah Stainless Steel dengan tegangan luluh sebesar 260.000.000.

Karena tegangan pada toggle lebih besar daripada tegangan luluh material maka toggle tidak aman digunakan.

- Alternatif Perubahan Rancangan

Karena tegangan yang terjadi pada kondisi kendaraan berbelok dan menanjak tersebut melebihi dari tegangan ijin, maka perlu dilakukan perubahan rancangan yaitu dengan cara mengganti toggle dengan diameter pengait yang lebih besar yaitu diameter 25

mm dan menambah jumlah toggle menjadi 8 buah. Berikut adalah perhitungan tegangan yang terjadi pada perubahan rancangan sebagai berikut :

➤ Analisa Tegangan Pada Kondisi Menanjak

Dengan menambah toggle sebanyak 8 buah dan memperbesar diameter toggle clamp menjadi 25 mm maka perhitungan tegangan dapat dilakukan dengan data awal sebagai berikut :

$$F \text{ masing-masing toggle} = 2940 \text{ N} / 8 = 367,5 \text{ N}$$

$$M \text{ masing-masing toggle} = 1528,8 / 8 = 191 \text{ Nm}$$

$$M \text{ pada titik kritis} = (Ft.0,068 \text{ m}) + 191 = 215,99 \text{ Nm}$$

1. Tegangan Akibat Beban Aksial (Fb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\sigma_{fb} = \frac{F}{A} = \frac{367,5 \text{ N}}{2 \cdot (\pi \cdot 0,0494 \cdot 0,025) \text{ m}} = 47383,89 \text{ N/m}^2$$

2. Tegangan Akibat Momen (Mb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\begin{aligned} \sigma_{mb} &= \frac{Mc}{I} = \frac{215,99 \text{ Nm} \cdot 0,012 \text{ m}}{1/64 \cdot \pi D^4} = \\ &= \frac{215,99 \text{ Nm} \cdot 0,012 \text{ m}}{1/64 \pi (0,025^4) \text{ m}^4} \\ &= 135.240.006,1 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka tegangan total yang terjadi adalah $(47383,89 + 135.240.006,1) \text{ N/m}^2$
 $= 135.287.389,9 \text{ N/m}^2$. Sedangkan dari data yang dianalisa, material toggle yang digunakan adalah Stainless Steel, dimana tegangan luluh sebesar $260.000.000 \text{ N/m}^2$.

Dari analisa di atas, ternyata tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan luluhnya, maka toggle aman digunakan.

➤ Analisa Tegangan Pada Kondisi Kendaraan Berbelok

Dengan menambah toggle sebanyak 8 buah dan memperbesar diameter toggle clamp menjadi 25 mm maka perhitungan tegangan dapat dilakukan dengan data awal sebagai berikut :

$$F \text{ masing-masing toggle} = 5191,68 \text{ N} / 8 = 648,96 \text{ N}$$

$$M \text{ masing-masing toggle} = 2699,67 \text{ Nm} / 8 = 337,45 \text{ Nm}$$

$$M \text{ pada titik kritis (Mb)} = (Fa. 0,068 \text{ m}) + 337,45 = 381,57 \text{ Nm}$$

1. Tegangan Akibat Beban Aksial (Fb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\sigma_{fb} = \frac{Fb}{A} = \frac{648,96 \text{ N}}{2.(\pi.0,0494.0,025))m} = 83674,15 \text{ N/m}^2$$

2. Tegangan Akibat Momen (Mb)

Pada daerah yang bersinggungan antara pengait toggle dan pin (titik B) terjadi tegangan akibat beban aksial sebesar :

$$\sigma_{mb} = \frac{Mc}{I} = \frac{381,57 \text{ Nm} \cdot 0,0125 \text{ m}}{1/64\pi(0,025^4) \text{ m}^4}$$

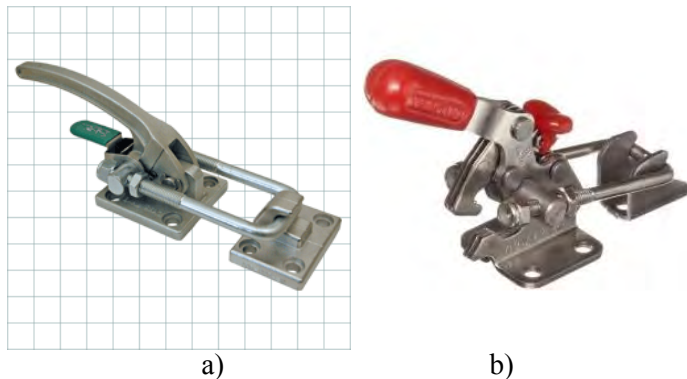
$$= 248.871.133,7 \text{ N/m}^2$$

Sehingga tegangan total yang terjadi adalah $83674,15 \text{ N/m}^2 + 248.871.133,7 \text{ N/m}^2 = 248.954.807,9 \text{ N/m}^2$. Material toggle yang digunakan adalah Stainless Steel dengan tegangan luluh sebesar 260.000.000.

Dari analisa di atas, ternyata tegangan pada toggle lebih kecil daripada tegangan ijin, maka toggle aman digunakan.

4.2.4 Pengunci Tambahan pada Toggle

Untuk menambah faktor keamanan saat toggle clamp telah terpasang, terdapat alternatif pengunci tambahan agar toggle clamp tidak mudah dilepas oleh orang lain. Konsep pengunci dapat dilihat pada gambar 4.25.



Gambar 4.28 Safety Locking pada Toggle Clamp

Pengunci tambahan ini dapat mencegah toggle terlepas dengan mudah akibat dari getaran pada mobil, serta agar tidak mudah dilepas bagi pengguna jalan yang berada di dekat dari mobil pickup. Mengingat konstruksi toggle dengan clamp pada gambar 4.25 a lebih sederhana dan mudah di gunakan, maka diusulkan tipe tersebut digunakan sebagai pengunci box pada mobil pickup multiguna pedesaan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada bab ini membahas tentang hasil secara keseluruhan yang telah disajikan dalam bab – bab sebelumnya yaitu antara lain :

1. Untuk meletakkan box agar tepat pada posisi rolling chasis dipilih peletakan dengan mekanisme guider pada box yang dapat mengikuti jalur pada penampang rolling chasis.
2. Untuk memegang box tetap dengan chasis digunakan toggle clamp.
3. Untuk melengkapi mekanisme guider pada box dibutuhkan beberapa aksesoris seperti :
 - Penampang chasis berbentuk V (alur V).
 - HDPE Roller dan roller ball bearing yang digunakan untuk memudahkan peletakan box, sehingga guider mudah masuk ke alur V.
 - Stopper yang dapat memberikan informasi bahwa box sudah terpasang pada posisi yang tepat.
4. Toggle Clamp sebagai pengunci direncanakan berjumlah 4 buah
5. Dari perhitungan dan analisa kekuatan diketahui perencanaan toggle aman, dimana tegangan maksimum yang terjadi adalah $1.750.000 \text{ N/m}^2$ dan lebih kecil daripada tegangan luluhnya $260.000.000 \text{ N/m}^2$ pada saat mobil menaiki tanjakan, sedangkan saat mobil berbelok tegangan maksimum yang terjadi adalah $5.970.000 \text{ N/m}^2$ lebih kecil daripada tegangan luluhnya 260000000 N/m^2 .

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya agar lebih baik antara lain :

1. Jumlah pengunci ditambah menjadi 8 buah dengan diameter pengait 25 mm ditempatkan pada posisi tertentu sehingga distribusi gaya yang terjadi merata.
2. Agar pengunci benar-benar aman, maka perlu diberi pengunci tambahan (lock), sehingga tidak mudah dilepas oleh setiap orang.

DAFTAR PUSTAKA

Batan, I.M.L., (2010), “*Pengembangan Produk*”, Diklat Kuliah Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS, Surabaya.

Brown, J.C., Robertson, A.J., Serpento, S.T., (2002), *Motor Vehicle Structures: Concept and Fundamental*, Butterworth-Heinemann, Great Britain

Deutchman, Aaron D, 1975, “*Theory and Practice*”, *Machine Design*, Macmillan Publishing Co inc

Juinall, R.C,1967, *Engineering Considerations of stress, strain, and strength*, McGraw-Hill., New York.

Popov, EP.,1984 “*Mekanika Teknik (Mechanics of Materials)*” edisi kedua.

R.C. Hebbelr,1994, *Mecanics of Materials*, Eighth Edition,macMillan College Publishing Company

Dr.Ir.Soeharto,DEA, “Diktat Kuliah Mekanika Kekuatan Material”, FTI-ITS, Surabaya

Andhien (2013, September 19). 40ft Container Semi Trailer For RC Tractor Trucks #56326 [Video File].

Video di unduh dari

<http://www.youtube.com/watch?v=LoRJALKKfiA>

amped79 (2013, September 11) How to load a truck camper onto a pickup truck [Video File]. Video di unduh

dari <http://www.youtube.com/watch?v=m5sSo9ZFaoc>

BIODATA PENULIS



Rizky Pratomo lahir di kota Surabaya 21 Juni 1990 merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Ir.Herman Martono dan Dra. Murni Yanti. Penulis mengenyam pendidikan dasar di SD Hangtuh 10 Juanda, kemudian dilanjutkan di SLTPN 1 Sidoarjo, SMAN 10 Surabaya dan pada saat menulis biodata ini penulis sedang menuntaskan laporan tugas akhir sebagai mahasiswa S1 Teknik

Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama kuliah, banyak hal yang dilakukan penulis antara lain menjadi asisten dan grader praktikum di laboratorium Perancangan dan Pengembangan Produk, mengikuti Latihan Ketrampilan Manajemen Mahasiswa dari tingkat PRA TD, TD Hingga Advance Leadership Training. Mengikuti lembaga dakwah tingkat jurusan bernama Ash-Shaff yang pada tahun pertama diberi amanah sebagai staff PSDM yang kemudian dilanjutkan menjadi Sekretaris Umum di periode kepengurusan selanjutnya. Dan pernah juga menjabat sebagai Dewan Presidium Teknik Mesin ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email : rizkypratomo_m51@yahoo.co.id

[Halaman Sengaja dikosongkan]

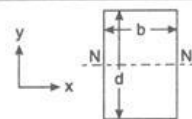
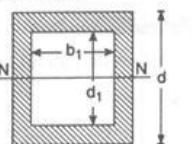
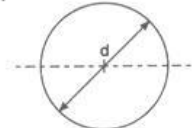
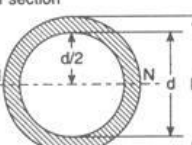
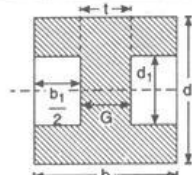

LAMPIRAN 1

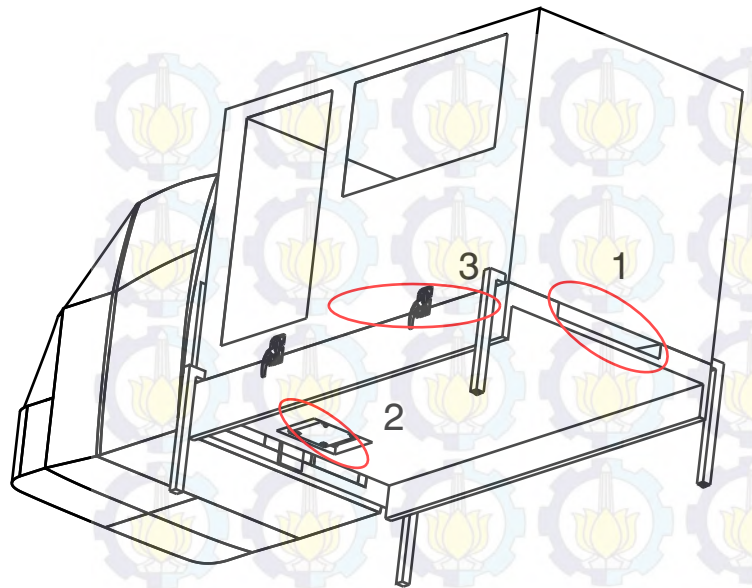
Tegangan toggle kendaraan berbelok (D=25mm)							
F	n	Fa	Ma	Mb	teg.normal	teg.momen	teg.total
5191.68	1	5191.68	2699.674	3052.708	4052454.1	1991065496	1995117950
5191.68	2	2595.84	1349.837	1526.354	2026227.05	995532747.8	997558974.9
5191.68	3	1730.56	899.8912	1017.569	1350818.03	663688498.5	665039316.6
5191.68	4	1297.92	674.9184	763.177	1013113.53	497766373.9	498779487.4
5191.68	5	1038.336	539.9347	610.5416	810490.821	398213099.1	399023589.9
5191.68	6	865.28	449.9456	508.7846	675409.017	331844249.3	332519658.3
5191.68	7	741.6686	385.6677	436.1011	578922.015	284437927.9	285016850
5191.68	8	648.96	337.4592	381.5885	506556.763	248883187	249389743.7
5191.68	9	576.8533	299.9637	339.1898	450272.678	221229499.5	221679772.2
5191.68	10	519.168	269.9674	305.2708	405245.41	199106549.6	199511795
5191.68	11	471.9709	245.4249	277.5189	368404.918	181005954.1	181374359.1
5191.68	12	432.64	224.9728	254.3923	337704.509	165922124.6	166259829.1
5191.68	13	399.36	207.6672	234.8237	311727.239	153158884.3	153470611.5
5191.68	14	370.8343	192.8338	218.0506	289461.007	142218964	142508425
5191.68	15	346.112	179.9782	203.5139	270163.607	132737699.7	133007863.3
5191.68	16	324.48	168.7296	190.7942	253278.381	124441593.5	124694871.9
5191.68	17	305.3929	158.8043	179.571	238379.653	117121499.7	117359879.4
5191.68	18	288.4267	149.9819	169.5949	225136.339	110614749.8	110839886.1
5191.68	19	273.2463	142.0881	160.6688	213287.058	104792920.8	105006207.9
5191.68	20	259.584	134.9837	152.6354	202622.705	99553274.78	99755897.49
5191.68	21	247.2229	128.5559	145.367	192974.005	94812642.65	95005616.65
5191.68	22	235.9855	122.7124	138.7594	184202.459	90502977.07	90687179.53
5191.68	23	225.7252	117.3771	132.7264	176193.657	86568065.03	86744258.68
5191.68	24	216.32	112.4864	127.1962	168852.254	82961062.32	83129914.57
5191.68	25	207.6672	107.9869	122.1083	162098.164	79642619.83	79804717.99
5191.68	26	199.68	103.8336	117.4118	155863.619	76579442.14	76735305.76
5191.68	27	192.2844	99.98791	113.0633	150090.893	73743166.51	73893257.4
5191.68	28	185.4171	96.41691	109.0253	144730.504	71109481.99	71254212.49
5191.68	29	179.0234	93.09219	105.2658	139739.797	68657430.88	68797170.68
5191.68	30	173.056	89.98912	101.7569	135081.803	66368849.85	66503931.66

LAMPIRAN 2

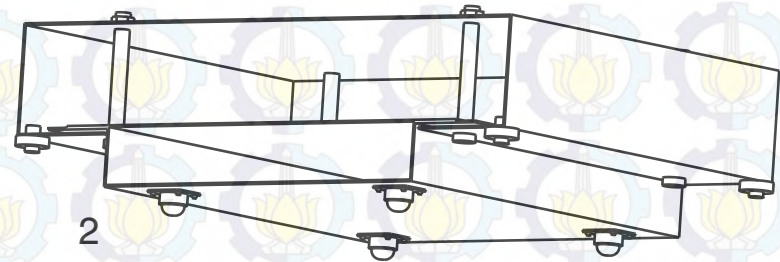
Tegangan toggle kendaraan menanjak (D-25mm)							
F	n	Fa	Ma	Mb	teg.Normal	teg.momen	teg.total
2940	1	2940	1528.8	1728.72	6479624.45	1082420961	1088900585
2940	2	1470	764.4	864.36	3239812.22	541210480.5	544450292.7
2940	3	980	509.6	576.24	2159874.82	360806987	362966861.8
2940	4	735	382.2	432.18	1619906.11	270605240.3	272225146.4
2940	5	588	305.76	345.744	1295924.89	216484192.2	217780117.1
2940	6	490	254.8	288.12	1079937.41	180403493.5	181483430.9
2940	7	420	218.4	246.96	925660.635	154631565.9	155557226.5
2940	8	367.5	191.1	216.09	809953.056	135302620.1	136112573.2
2940	9	326.6667	169.8667	192.08	719958.272	120268995.7	120988953.9
2940	10	294	152.88	172.872	647962.445	108242096.1	108890058.5
2940	11	267.2727	138.9818	157.1564	589056.768	98401905.55	98990962.32
2940	12	245	127.4	144.06	539968.704	90201746.75	90741715.46
2940	13	226.1538	117.6	132.9785	498432.65	83263150.85	83761583.5
2940	14	210	109.2	123.48	462830.318	77315782.93	77778613.25
2940	15	196	101.92	115.248	431974.963	72161397.4	72593372.36
2940	16	183.75	95.55	108.045	404976.528	67651310.06	68056286.59
2940	17	172.9412	89.92941	101.6894	381154.379	63671821.24	64052975.62
2940	18	163.3333	84.93333	96.04	359979.136	60134497.83	60494476.97
2940	19	154.7368	80.46316	90.98526	341032.866	56969524.26	57310557.13
2940	20	147	76.44	86.436	323981.222	54121048.05	54445029.27
2940	21	140	72.8	82.32	308553.545	51543855.29	51852408.83
2940	22	133.6364	69.49091	78.57818	294528.384	49200952.77	49495481.16
2940	23	127.8261	66.46957	75.16174	281722.802	47061780.91	47343503.72
2940	24	122.5	63.7	72.03	269984.352	45100873.38	45370857.73
2940	25	117.6	61.152	69.1488	259184.978	43296838.44	43556023.42
2940	26	113.0769	58.8	66.48923	249216.325	41631575.42	41880791.75
2940	27	108.8889	56.62222	64.02667	239986.091	40089665.22	40329651.31
2940	28	105	54.6	61.74	231415.159	38657891.46	38889306.62
2940	29	101.3793	52.71724	59.61103	223435.326	37324860.72	37548296.05
2940	30	98	50.96	57.624	215987.482	36080698.7	36296686.18

LAMPIRAN 3

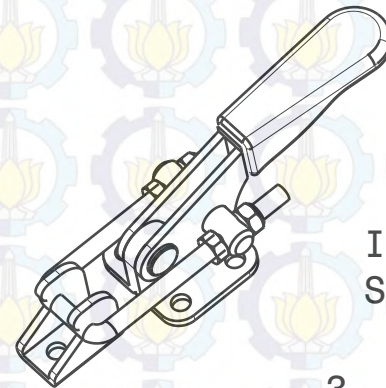
Table 11.2.1			
Type of section	Moment of Inertia	y_{max}	Section modulus (Z)
Rectangle or parallelogram 	$I_{xx} = \frac{bd^3}{12}$ $I_{yy} = \frac{db^3}{12}$	$\frac{d}{2}$ $\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = \frac{bd^2}{6}$ $Z_{yy} = \frac{db^2}{6}$
Hollow rectangular section 	$I_{xx} = \frac{bd^3}{12} - \frac{b_1d_1^3}{12}$ $I_{yy} = \frac{db^3}{12} - \frac{d_1b_1^3}{12}$	$\frac{d}{2}$ $\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = \frac{1}{6d}(bd^3 - b_1d_1^3)$ $Z_{yy} = \frac{1}{6b}(db^3 - d_1b_1^3)$
Circular section 	$I_{xx} = \frac{\pi}{64} d^4$ $I_{yy} = \frac{\pi}{64} d^4$	$\frac{d}{2}$ $\frac{d}{2}$	$Z_{xx} = \frac{\pi}{32} d^3$ $Z_{yy} = \frac{\pi}{32} d^3$
Hollow circular section 	$I_{xx} = I_{yy} = I$ $I_{yy} = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$	$\frac{D}{2}$	$Z_{xx} = Z_{yy} = Z$ $Z = \frac{\pi}{32D} (D^4 - d^4)$
I-section 	$I_{xx} = \frac{bd^3}{12} - \frac{b_1d_1^3}{12}$ $I_{yy} = \frac{db^3}{12} - \frac{d_1b_1^3}{12}$ or $I_{xx} = \frac{1}{12} (bd^3 - (b-t)d_1^3)$	$\frac{d}{2}$ $\frac{b}{2}$	$Z_{xx} = \frac{1}{6d}(bd^3 - b_1d_1^3)$ $Z_{yy} = \frac{1}{6b}(db^3 - d_1b_1^3)$
Triangle 	$I_G = \frac{bh^3}{36}$	$\frac{2}{3} h$	$Z_G = \frac{bh^2}{24}$



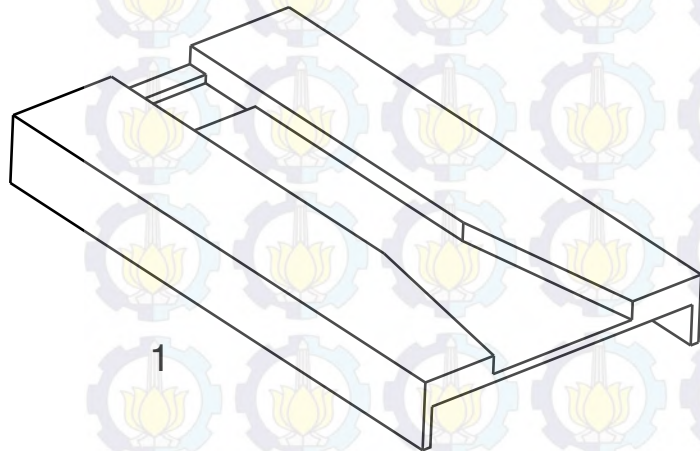
Isometric view
Scale: 1:40



Isometric view
Scale: 1:5

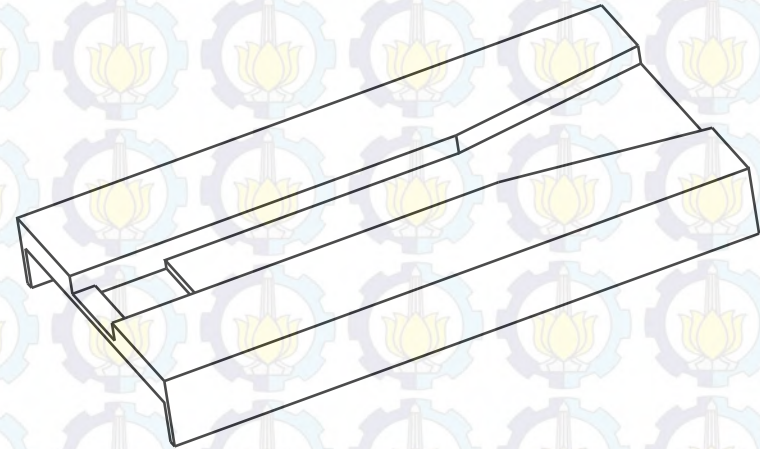
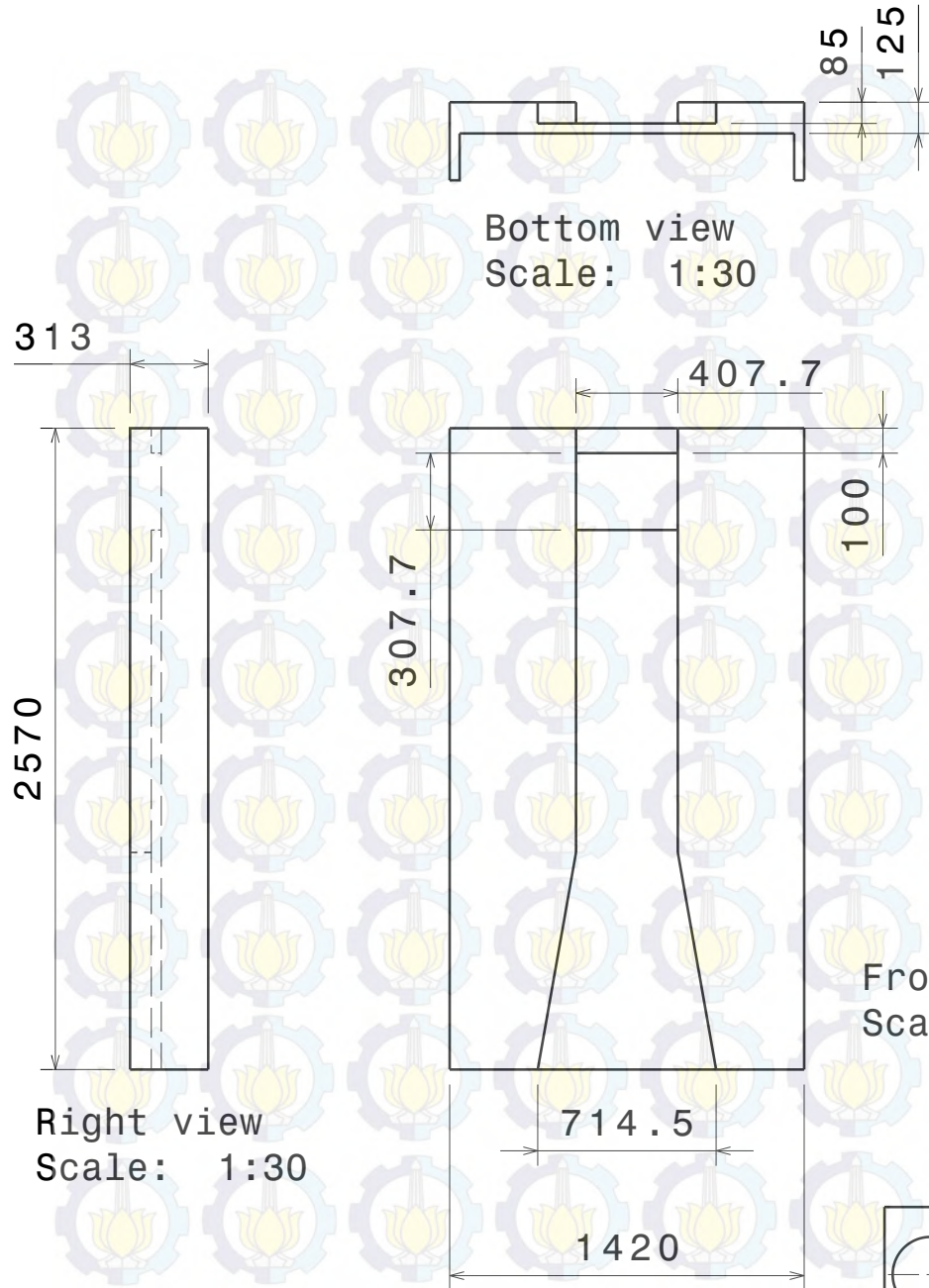


Isometric view
Scale: 1:2



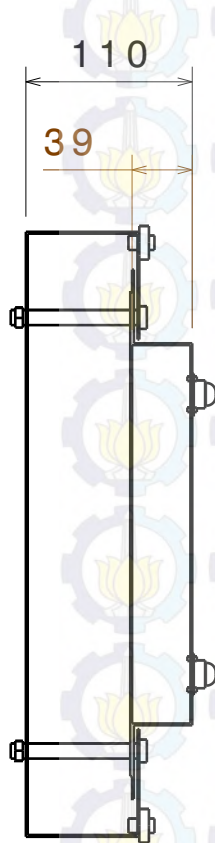
Isometric view
Scale: 1:30

1.	1	Rolling Chasis			
2.	1	Guider			
3.	4	Toggle Latch			
No	Jml	Nama Bagian :	Bahan :	Ukuran :	Keterangan :
		Skala : 1:30	Digambar : Rizky Pratomo		Keterangan :
		Ukuran : mm	NRP : 2108100056		
		Tanggal : 30/01/13	Dilihat : Prof. I Made Londen B		
Teknik Mesin ITS			Peletakan dan Penguncian Box		No. 001 A4

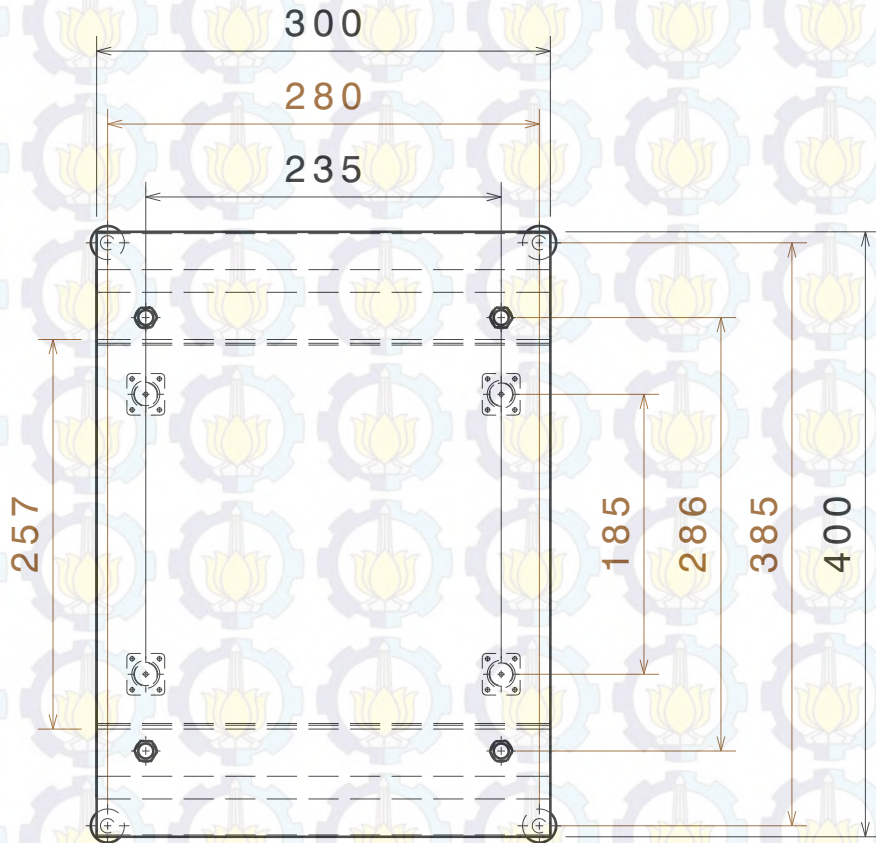


Isometric view
Scale: 1:30

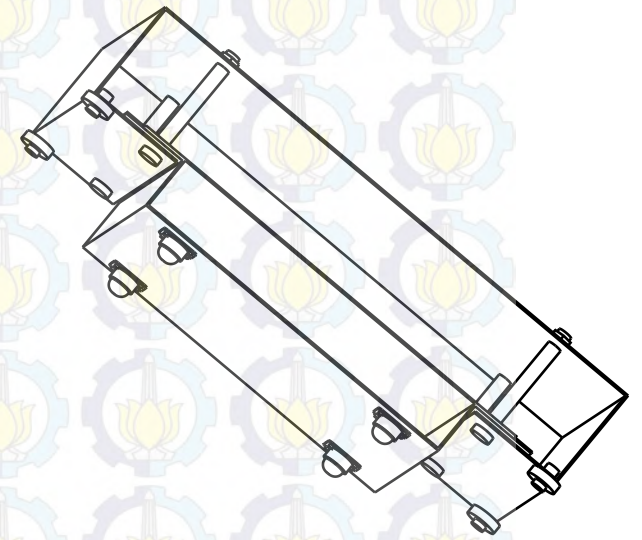
	Skala : 1:30	Digambar : Rizky Pratomo	Keterangan :	
	Ukuran : mm	NRP : 2108100056		
	Tanggal : 30/01/13	Dilihat : Prof. I Made Londen B		
Teknik Mesin ITS	Rolling Chasis	No. 002	A4	



Right view
Scale: 1:5



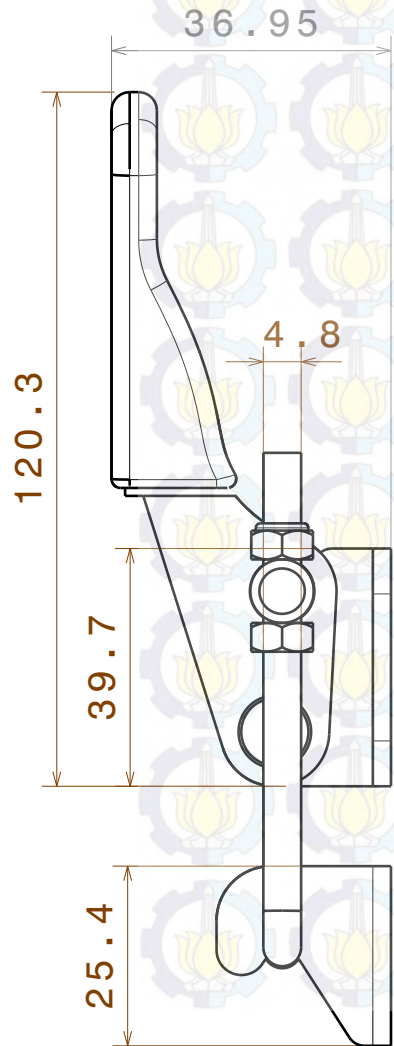
Front view
Scale: 1:5



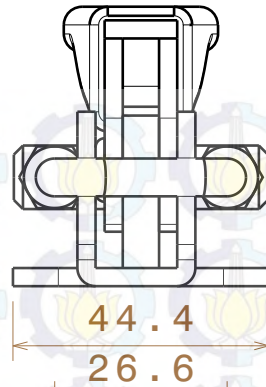
Isometric view
Scale: 1:5

	Skala : 1:30	Digambar : Rizky Pratomo	Keterangan :	
	Ukuran : mm	NRP : 2108100056		
	Tanggal : 30/01/13	Dilihat : Prof. I Made Londen B		
Teknik Mesin ITS		Guider	No. 003	A4

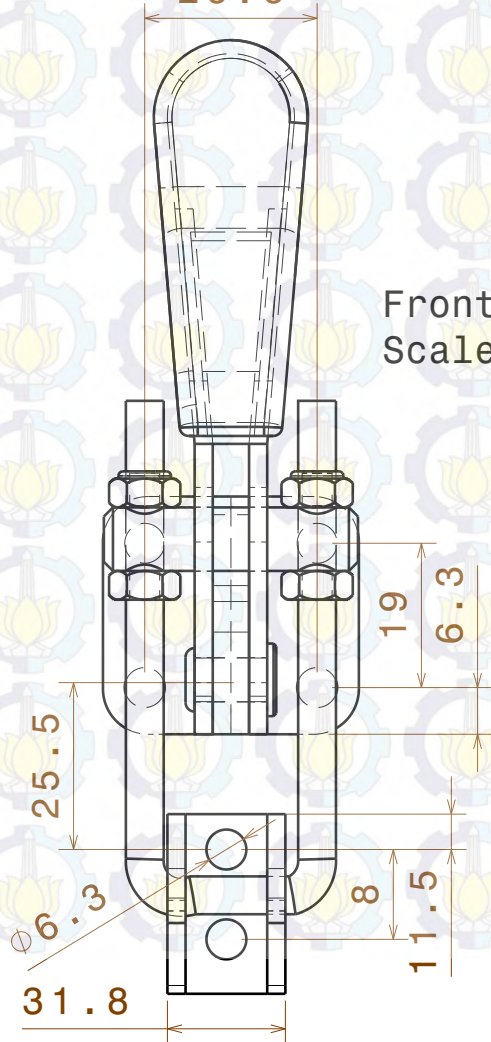
Right view
Scale: 1:1



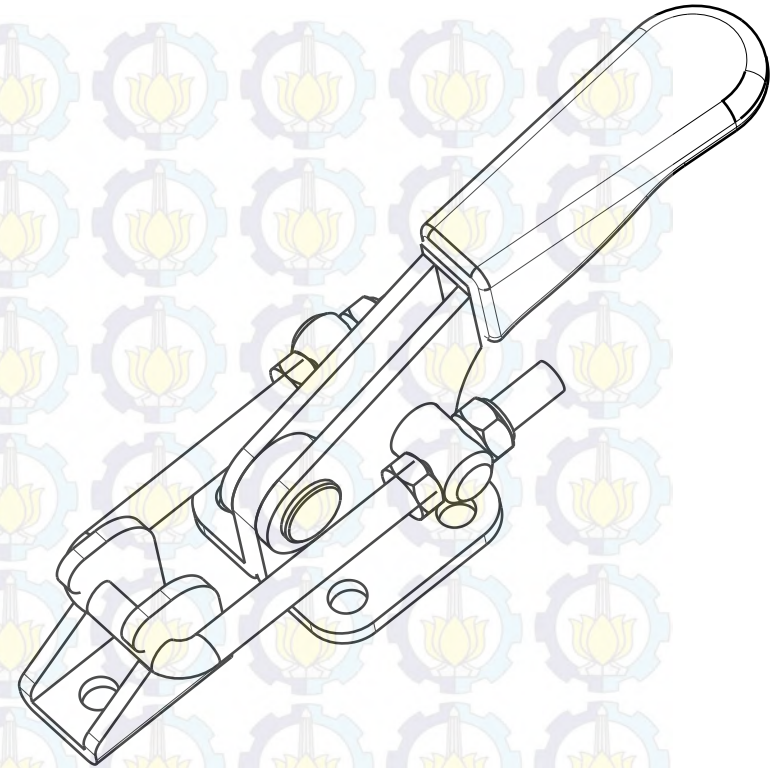
Bottom view
Scale: 1:1



Front view
Scale: 1:1



Isometric view
Scale: 1:1



	Skala : 1:30	Digambar : Rizky Pratomo	Keterangan :	
	Ukuran : mm	NRP : 2108100056		
	Tanggal : 30/01/13	Dilihat : Prof. I Made Londen B		
Teknik Mesin ITS	Guider	No. 003	A4	