

**LAPORAN PROYEK AKHIR**  
**PEMBUATAN *ENGINE STAND* MESIN DIESEL**  
**KOMATSU *SERIES* 114**



**Disusun dan Diajukan Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat Guna**  
**Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin Otomotif**  
**Universitas Sebelas Maret**  
**Surakarta**

**Disusun Oleh :**  
**ILHAM SYARIFUDIN QUMAINI**  
**I 8608005**

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK MESIN OTOMOTIF**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**

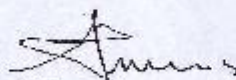
*commit to user*  
**2012**

### LEMBAR PERSETUJUAN


Proyek Akhir dengan Judul "Pembuatan *engine stand* diesel KOMATSU series 114" telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Proyek Akhir Program Studi DIII Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada Hari : Rabu  
Tanggal : 25 Januari 2012

Pembimbing I

  
Wilhawa Endra J, ST, MT.  
NIP. 197009112009031001

Pembimbing II

  
Ubaidillah, ST, M.Sc.  
NIP. 198408252010121004

**LEMBAR PENGESAHAN**

Proyek Akhir ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Proyek Akhir Program Studi DIII Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi syarat guna memperoleh gelar Ahli Madya.

Pada Hari : Rabu

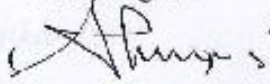
Tanggal : 25 Januari 2012

Tim Penguji Proyek Akhir :

Dosen Penguji

Tanda Tangan

Ketua Sidang : Wibawa Endra J, ST, MT.  
NIP. 197009112000031001

(  )

Penguji I : Ubaidillah, ST, M.Sc.  
NIP. 198408252010121004

(  )

Penguji II : Bamhang Kusharianta, ST, MT.  
NIP. 196911161997021001

(  )


Penguji III : Tri Istanto, ST, MT.  
NIP. 197308202000121002

(  )

Diketahui Oleh,  
Program Studi D III Mesin Otomotif  
Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Disahkan Oleh  
Koordinator Proyek Akhir

  
  
Heru Sukanto, ST, MT.  
NIP. 197207311997021001

  
Jaka Sulisty Budi, ST.  
NIP. 196710191999031001

## MOTTO

- ❖ Orang bijaksana memandang segala kekurangannya sebagaimana adanya.
- ❖ Kejarlah kesempurnaan, maka kesuksesan pun akan kau raih (3 Idiot).
- ❖ Selalu ada jalan menuju kesuksesan untuk orang-orang yang terus berjuang dengan ikhlas.
- ❖ Tinggalkanlah kesenangan yang menghalangi pencapaian kecemerlangan hidup yang di idamkan. Dan berhati-hatilah, karena beberapa kesenangan adalah cara gembira menuju kegagalan (Mario teguh).
- ❖ Jangan pernah menanti sesuatu yang tidak pasti.
- ❖ Belajar tanpa berpikir tidak ada gunanya, sedangkan berpikir tanpa belajar adalah berbahaya.
- ❖ Cinta kepada Allah adalah puncaknya cinta. Lembahnya cinta adalah cinta kepada sesama.
- ❖ Kecintaan kepada Allah melingkupi hati, kecintaan ini membimbing hati dan bahkan merambah ke segala hal (Imam Al Ghazali).
- ❖ Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu belajarlah untuk tenang dan sabar (Khalifah Umar).
- ❖ Teman sejati adalah ia yang meraih tangan anda dan menyentuh hati anda (Heather Pryor).

## PERSEMBAHAN

Dengan izin-Mu ya Allah SWT,

Setulus hati kupersembahkan karya tulis ini kepada :

1. Kedua orang tuaku, Bapak Darso dan Ibu Koiriyah tersayang atas kasih sayangmu, do'amu, pengorbanan dan dukungan baik moril maupun materiil serta kesabaranmu dalam mendidikku. Kasihmu bagaikan mata air suci yang tiada habisnya mengalir dalam relungku.
2. Kedua kakaku, Fitri Endang Wahyuni dan Aris Susanto yang selalu memberiku semangat dan pengertian sampai saat ini.
3. Kedua keponakanku yang lucu, Zenzaena A.R dan Amara G.N.
4. Kelompok TA *engine stand* KOMATSU (Mogol, Mbek dan Nopek) yang selalu semangat dan teliti dalam mengerjakan TA ini.
5. Teman-teman DIII Teknik Mesin Otomotif 2008 UNS, terima kasih atas semangat, kebersamaan dan kekompakanya selama masa kuliah.
6. Keluarga besar Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
7. Keluarga Novi Irlan dan bengkel PENI yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan TA.
8. Teman-teman kos AURA putra yang selalu memberikan dukungan.
9. Kendaraanku "AE 3584 RE" yang selalu setia mengantarkanku selama kuliah.
10. Pembaca dan pencinta teknologi.



## ABSTRAK

Pembuatan *Engine Stand* mesin Diesel Komatsu *series* 114, DIII Teknik Mesin Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Proyek Akhir.

**Ilham Syarifudin Qumaini**

**I 8608005**

Tujuan Proyek Akhir ini adalah mendesain *prototype engine stand* untuk mesin Diesel Komatsu *series* 114 dalam wujud gambar 2D dan 3D serta melakukan perhitungan *chasis*, perhitungan las serta perhitungan pegas pada rangka *engine stand* didasarkan pada beban statik. Proses pembuatan *engine stand* mesin Diesel Komatsu *series* 114 dikerjakan di laboratorium motor bakar Universitas Sebelas Maret Surakarta. Adapun proses pembuatan yang pertama dilakukan adalah pembuatan *chasis*, kedua pembuatan roda depan dan roda belakang serta suspensinya, ketiga pembuatan tumpuan *engine*. Hasil yang diperoleh setelah melakukan proses pemasangan *engine stand* mesin Diesel Komatsu *series* 114, panjang total (p) = 3750 mm, lebar (b) = 1000 mm, tinggi (t) = 2173,76 mm. Untuk roda belakang berdiameter ( $\varnothing$ ) = 140 mm sedangkan roda depan berdiameter ( $\varnothing$ ) = 120 mm. roda dan sistem suspensi ini dapat digunakan untuk menahan beban sebesar 1020,75 kg. Total biaya yang diperlukan untuk membuat *engine stand* mesin Diesel Komatsu *series* 114 ini sebesar Rp. 4.189.000,-. Biaya tersebut meliputi biaya bahan baku, proses pengerjaan sampai proses akhir (*finishing*).

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini. Laporan ini disusun sebagai syarat kelulusan guna mendapatkan gelar Ahli Madya Progam Diploma III Jurusan Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Maka dengan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Wibawa Endra J, S.T., M.T. dan Bapak Ubaidilah, S.T., M.Sc. selaku Pembimbing Proyek Akhir ini yang mana ditengah kesibukannya telah meluangkan waktu untuk membimbing pembuatan Proyek Akhir ini. Serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya baik berupa moril maupun materiil.

Penulis menyadari bahwa laporan ini, masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhirnya, penulis mengharapkan semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri pada khususnya, dan bagi para pembaca pada umumnya. Amin.

Surakarta, Januari 2012

Penulis

*commit to user*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO .....	iv
PERSEMBAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	1
1.3 Pembatasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir .....	2
1.5 Manfaat Proyek Akhir .....	2
1.6 Sistem Penulisan .....	2
BAB II. DASAR TEORI .....	4
2.1 Pendahuluan .....	4
2.2 Statika .....	6
2.3 Macam-Macam Pegas .....	12
2.4 Kekuatan Las .....	19
BAB III. PERHITUNGAN <i>ENGINE STAND</i> .....	21
3.1 Pembagian Beban pada <i>Engine Mounting</i> .....	21
3.2 Reaksi dan Aksi Gaya pada Tumpuan Mesin Depan .....	22
3.3 Reaksi dan Aksi Gaya pada Tumpuan Mesin Belakang .....	27
3.4 Reaksi dan Aksi Gaya pada <i>Frame Chasis</i> .....	32
3.5 <i>Cross Member</i> Depan .....	41
3.6 <i>Cross Member</i> Belakang .....	42



3.7 Teori Kegagalan.....	43
3.8 Perhitungan Las pada Tumpuan <i>Mounting</i> Depan .....	46
3.9 Perhitungan Las pada Tumpuan <i>Mounting</i> Belakang.....	48
3.10 Pembagian Beban pada Tiap Roda .....	50
3.11 Perhitungan Pegas Daun .....	51
3.12 Perhitungan Pegas Spiral .....	52
3.13 Perhitungan Baut Pada Tumpuan <i>Engine</i> .....	54
BAB IV. PEMBUATAN <i>ENGINE STAND</i> .....	58
4.1 Proses Pembuatan .....	58
4.2 Alat dan Bahan .....	58
4.3 Gambar Rancangan Chasis .....	60
4.4 Pembuatan <i>Chasis</i> pada Tumpuan <i>Engine Mounting</i> .....	60
4.5 Pembuatan Roda Depan serta Suspensi .....	63
4.6 Pemasangan Mesin Diesel Komatsu <i>series 114</i> .....	67
4.7 Laporan Keuangan Pembuatan <i>Engine Stand</i> .....	68
BAB V. PENUTUP .....	70
5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran .....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	72
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sketsa prinsip statika kesetimbangan .....	6
Gambar 2.2 Sketsa gaya dalam .....	7
Gambar 2.3 Macam-macam tumpuan .....	8
Gambar 2.4 Perjanjian tanda .....	9
Gambar 2.5 Susunan pegas daun .....	13
Gambar 2.6 Pegas daun tanpa beban dan bobot penuh .....	14
Gambar 2.7 Pegas terpotong pada kedudukan sumbu .....	14
Gambar 2.8 Defleksi pegas daun .....	15
Gambar 2.9 Ayunan pegas daun yang banyak dipakai .....	16
Gambar 2.10 Kelengkapan gantungan pegas daun .....	16
Gambar 2.11 Pegas tekan .....	17
Gambar 3.1 <i>Chasis</i> dan <i>engine</i> .....	21
Gambar 3.2 Tumpuan <i>engine</i> depan .....	22
Gambar 3.3 Tumpuan <i>engine</i> belakang .....	27
Gambar 3.4 <i>Frame chasis</i> samping .....	32
Gambar 3.5 Sambungan las tumpuan depan .....	46
Gambar 3.6 Sambungan las tumpuan belakang .....	48
Gambar 3.7 Pegas daun .....	51
Gambar 4.1 <i>Chasis</i> .....	60
Gambar 4.2 Tumpuan <i>engine mounting</i> .....	61
Gambar 4.3 Rangka <i>engine stand</i> .....	61
Gambar 4.4 Penggantung pegas belakang .....	62
Gambar 4.5 Dudukan pegas daun bagian depan .....	62
Gambar 4.6 <i>Stoper</i> .....	62
Gambar 4.7 Dudukan <i>shock absorber</i> .....	63
Gambar 4.8 Lengan ayun roda depan .....	63
Gambar 4.9 <i>Steering flexibel</i> .....	64
Gambar 4.10 <i>Velg</i> roda depan .....	64
Gambar 4.11 Batang penghubung lengan ayun .....	65

Gambar 4.12 Dudukan <i>shock absorber</i> .....	65
Gambar 4.13 Posisi poros roda .....	65
Gambar 4.14 Dudukan bawah <i>shock absorber</i> .....	66
Gambar 4.15 Baut pengunci.....	66
Gambar 4.16 <i>Engine stand</i> Komatsu .....	67



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan utama motor diesel dan bensin .....	5
Tabel 2.2 <i>Values of allowable shear stress, Modulus of elasticity and Modulus of rigidity for various spring materials</i> .....	17
Tabel 2.3 <i>Total number of turns, solid length and free length for different types of end connections</i> .....	17
Tabel 2.4 <i>Recommended minimum size of welds</i> .....	20
Tabel 4.1 Biaya pembuatan stand .....	68



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Kemajuan teknologi sekarang ini telah menghasilkan berbagai inovasi – inovasi baru. *Engine stand* yang umumnya digunakan hanya untuk menopang beban dari mesin, sekarang dapat dikembangkan dengan penambahan sistem *suspensi*. Dimana sistem suspensi tersebut berfungsi untuk menahan getaran yang ditimbulkan oleh mesin saat mesin keadaan hidup, serta mudah untuk dipindahkan. Kemajuan teknologi bertujuan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktifitas.

Lembaga pendidikan khususnya dalam bidang otomotif, haruslah memiliki fasilitas yang lengkap, salah satu contohnya adalah Laboratorium. Laboratorium tidak hanya digunakan sebagai tempat praktikum tetapi juga digunakan untuk tempat mahasiswa berkreasi. Salah satunya dengan menciptakan *engine stand*, *engine stand* ini dapat memberikan suatu gambaran bagaimana sebuah mesin beroperasi dan dapat digunakan untuk praktikum.

Pembuatan *engine stand* diesel KOMATSU series 114 dilakukan di laboratorium motor bakar Universitas Sebelas Maret. Dalam pembuatan *engine stand* ini melalui beberapa proses seperti, mendesain *prototype engine stand* dalam wujud gambar 2D dan 3D menggunakan *software* AutoCad 2007, melakukan perhitungan statik, perhitungan las, perhitungan pegas terhadap rangka *engine stand*. Setelah perhitungan dinyatakan aman, kemudian membuat *engine stand* KOMATSU series 114.

#### 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada *Engine stand* KOMATSU series 114 yaitu :  
Bagaimana merancang *prototype engine stand* dalam wujud gambar 2D dan 3D menggunakan aplikasi AutoCad. Melakukan perhitungan statik, perhitungan las, perhitungan pegas terhadap rangka *engine stand*. Hingga dinyatakan aman untuk sebuah konstruksi.



### 1.3. Pembatasan Masalah

Batasan masalah dalam proyek ini meliputi :

1. Pembuatan gambar dengan *software* AutoCad untuk 3D dan 2D.
2. Perhitungan *chasis*, perhitungan las serta perhitungan pegas pada rangka *engine stand* didasarkan pada beban statik .

### 1.4. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari pembuatan proyek ini antara lain :

1. Mendesain *prototype engine stand* dalam wujud gambar 2D dan 3D.
2. Melakukan perhitungan *chasis*, perhitungan las serta perhitungan pegas pada rangka *engine stand* didasarkan pada beban statik.
3. Membuat *prototype engine stand* KOMATSU *series* 114.

### 1.5 Manfaat Proyek Akhir

Proyek akhir ini mempunyai manfaat sebagai berikut :

1. Secara Teoritis

Mahasiswa dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman dalam perancangan serta dapat membuat sebuah peralatan baru maupun memodifikasi dari peralatan yang sudah ada.

2. Secara Praktis

Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang sudah diperoleh selama masa perkuliahan dan melatih keterampilan dalam bidang perancangan, pengelasan, dan proses permesinan.

### 1.6 Sistem Penulisan

Dalam penulisan laporan Proyek Akhir ini, penulis mengelompokkan dan membagi menjadi lima bagian pokok dengan maksud memberikan penjelasan mengenai bab-bab yang disusun.

Adapun kelima bab tersebut adalah :

**a. BAB I PENDAHULUAN**

Pada bagian ini penulis menyajikan latar belakang, perumusan masalah, serta maksud dan tujuan dalam pengerjaan Proyek Akhir ini.

**b. BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bagian ini penulis mengungkapkan dan menguraikan secara singkat tentang mesin diesel KOMATSU *series* 114 serta rumus yang digunakan dalam perhitungan statika, perhitungan las dan perhitungan pegas rangka *engine stand*.

**c. BAB III PERANCANGAN CHASIS**

Pada bagian ini penulis menguraikan cara perhitungan statik, perhitungan las dan perhitungan pegas pada rangka *engine stand*. Perhitungan digunakan untuk membuktikan rangka *engine stand* dimana keadaan aman dan layak untuk dipergunakan.

**d. BAB IV PROSES PEMBUATAN ENGINE STAND DAN LAPORAN KEUANGAN PEMBUATAN ENGINE STAND**

Pada bagian ini penulis menjelaskan tentang bagaimana proses pengerjaan atau pembuatan *stand* dengan apa yang telah diperhitungkan pada proses perancangan, pemasangan sistem suspensi dan roda serta cara memasang mesin pada *stand*.

**e. BAB V PENUTUP**

Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran-saran terkait dengan tujuan yang dicapai dalam pembuatan proyek akhir ini.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Pendahuluan

Mesin/motor diesel merupakan salah satu bentuk motor pembakaran dalam (*internal combustion engine*) di samping motor bensin dan turbin gas. Motor diesel disebut dengan motor penyalan kompresi (*compression ignition engine*) karena penyalan bahan bakarnya diakibatkan oleh suhu kompresi udara dalam ruang bakar. Motor bensin disebut motor penyalan busi (*spark ignition engine*) karena penyalan bahan bakar diakibatkan oleh percikan bunga api listrik dari busi (Arismunandar, 2002).

Cara pembakaran pada motor diesel tidak sama dengan motor bensin. Pada motor bensin campuran bahan bakar dan udara melalui karburator dimasukkan ke dalam silinder dan dibakar oleh nyala listrik dari busi. Pada motor diesel yang diisap oleh torak dan dimasukkan ke dalam ruang bakar hanya udara, yang selanjutnya udara tersebut dikompresikan sampai mencapai suhu dan tekanan yang tinggi. Beberapa saat sebelum torak mencapai titik mati atas (TMA) bahan bakar solar diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Dengan suhu dan tekanan udara dalam silinder yang cukup tinggi maka partikel-partikel bahan bakar akan menyala dengan sendirinya sehingga terjadi proses pembakaran. Agar bahan bakar solar dapat terbakar sendiri, maka diperlukan rasio kompresi 15-22 dan suhu udara kompresi kira-kira 600°C (Arismunandar, 2002).

Meskipun untuk motor diesel tidak diperlukan sistem pengapian seperti halnya pada motor bensin, namun dalam motor diesel diperlukan sistem injeksi bahan bakar yang berupa pompa injeksi (*injection pump*) dan pengabut (*injector*) serta perlengkapan bantu lain. Bahan bakar yang disemprotkan harus mempunyai sifat dapat terbakar sendiri (*self ignition*) (Arismunandar, 2002).

Motor diesel dan motor bensin mempunyai beberapa perbedaan utama, bila ditinjau dari beberapa item di bawah ini, yaitu:

*Tabel 2.1 Perbedaan utama motor diesel dan bensin (Arismunandar, 2002).*

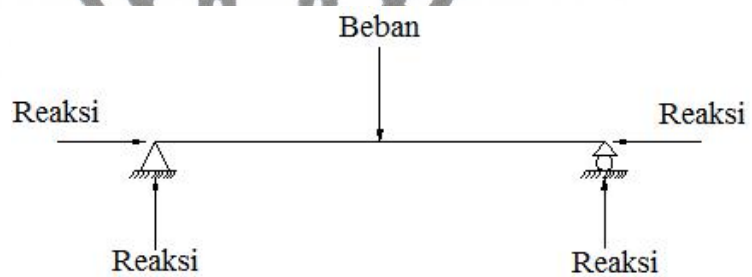
Item	Motor Diesel	Motor Bensin
1. Bahan bakar	Solar	Bensin
2. Pencampuran bahan bakar	Diinjeksikan pada akhir langkah	Dicampur dalam karburator
3. Metode penyalan	Terbakar sendiri	Percikan busi
4. Getaran suara	Besar	Kecil
5. Efisiensi panas (%)	30-40	22-30

Motor diesel juga mempunyai keuntungan dibanding motor bensin, yaitu (Arismunandar, 2002) :

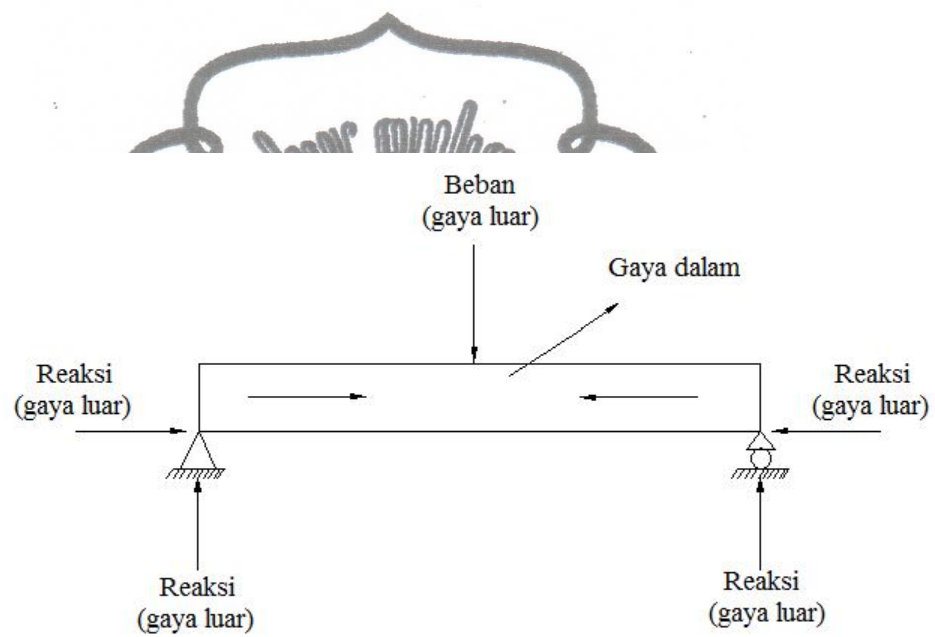
- Pemakaian bahan bakar lebih hemat karena efisiensi panas lebih baik.
- Daya tahan lebih lama dan gangguan lebih sedikit karena tidak menggunakan sistem pengapian
- Operasi lebih mudah dan cocok untuk kendaraan besar.

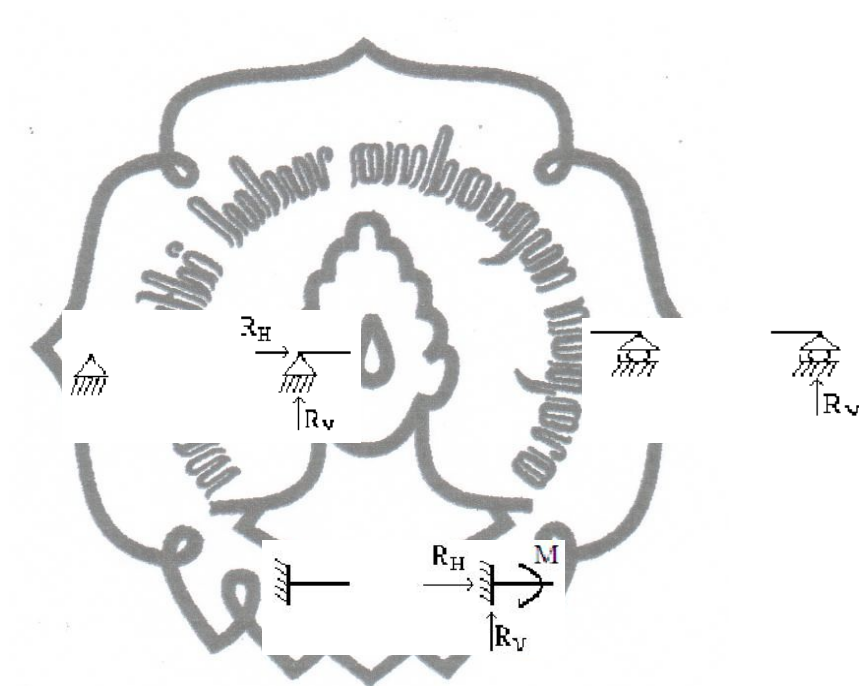
Secara singkat prinsip kerja motor diesel 4 tak adalah sebagai berikut (Arismunandar, 2002) :

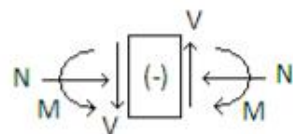
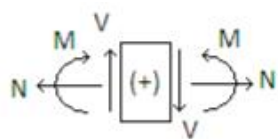
- Langkah isap yaitu waktu torak bergerak dari TMA ke TMB. Udara diisap melalui katup isap sedangkan katup buang tertutup.
- Langkah kompresi yaitu ketika torak bergerak dari TMB ke TMA dengan memampatkan udara yang diisap, karena kedua katup isap dan katup buang tertutup sehingga tekanan dan suhu udara dalam silinder tersebut akan naik.











$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ dan } \tau = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

$\sigma$  = tegangan tekan ( N/mm<sup>2</sup> )

$\tau$  = tegangan geser ( N/mm<sup>2</sup> )

$F$  = gaya ( N )

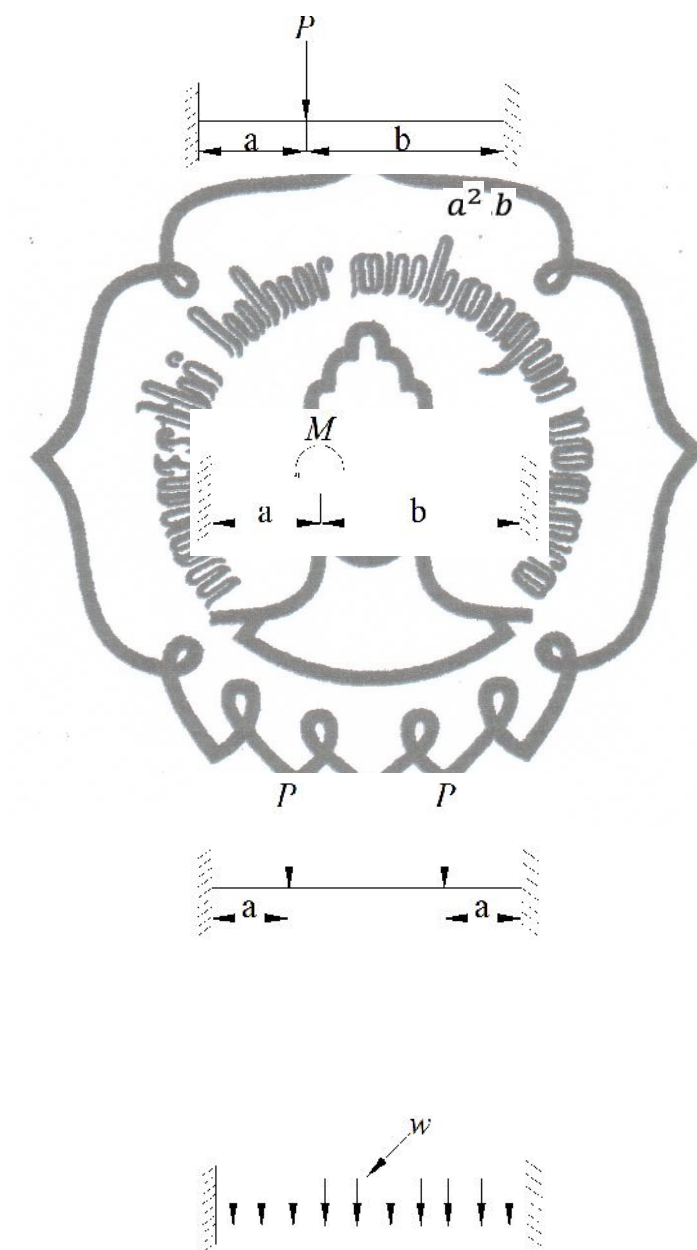
$A$  = luas penampang ( mm<sup>2</sup> )

g. Struktur statika tertentu

Suatu konstruksi disebut statis tertentu jika bisa diselesaikan dengan syarat-syarat kesetimbangan. Adapaun syarat-syarat kesetimbangan sudah dijelaskan pada materi sebelumnya. Kalau dalam syarat kesetimbangan ada 3 persamaan, maka pada konstruksi statis tertentu yang harus bisa diselesaikan dengan syarat-syarat kesetimbangan, jumlah bilangan yang tidak diketahui dalam persamaan tersebut maksimum adalah 3 buah. Jika dalam menyelesaikan suatu konstruksi tahap awal yang harus dicari adalah reaksi perletakan, maka jumlah reaksi yang tidak diketahui maksimum adalah 3 (Soemono, 1978).

h. Struktur statika tak tentu

Dalam semua persoalan statis tak tentu persamaan-persamaan kesetimbangan statis masih tetap berlaku. Persamaan-persamaan ini adalah penting, tetapi tidak cukup untuk memecahkan persoalan tak tentu. Berbagai persamaan tambahan dibuat berdasarkan pertimbangan geometri dan deformasi. Dalam sistem struktur dari kebutuhan fisis, unsur-unsur atau bagian-bagian tertentu haruslah berdefleksi bersama, memelintir bersama, memuai bersama, dan seterusnya atau sama-sama tetap stasioner. Dengan merumuskan pengamatan-pengamatan demikian secara kuantitatif memberikan persamaan-persamaan tambahan yang diperlukan. Suatu balok dikatakan statis tak tentu bila jumlah reaksi-reaksi pada balok yang



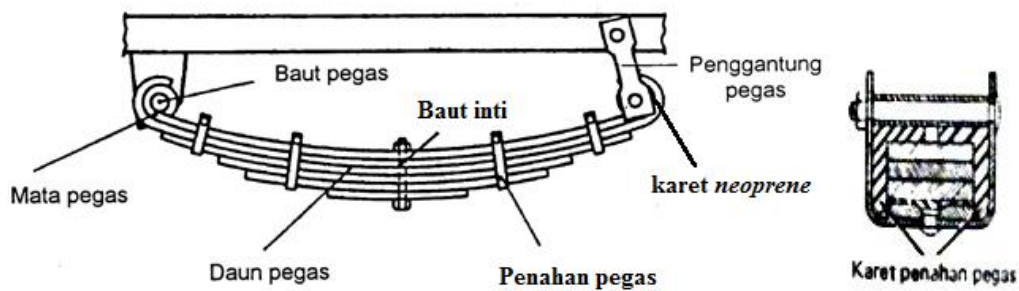


## 2.3 Macam-Macam Pegas

Kita mengetahui bahwa rangka (*chasis*) mobil memikul atau menahan beratnya mesin, komponen penggerak, *body*, dan penumpang serta beban-beban lainnya. Sedangkan untuk menghindari guncangan bila mobil berjalan di jalan yang buruk dan tidak rata dipasanglah pegas dengan suspensinya antara kerangka dengan sumbu-sumbu roda depan dan roda belakang. Pada umumnya ada tiga macam pegas yang dipergunakan pada mobil. Mobil yang dikeluarkan oleh suatu pabrik ada kalanya menggunakan pegas *coil* (keong) untuk roda depan dan pegas daun untuk roda belakang. Pabrik lain misalnya menggunakan pegas daun atau pegas *coil* saja untuk roda-roda depan maupun belakang. Biasanya untuk kendaraan-kendaraan ukuran berat pegas-pegas daunlah yang dipergunakan untuk roda-roda depan maupun belakang. Mobil-mobil keluaran pabrik-pabrik Eropa dan Amerika kadang-kadang menggunakan apa yang dinamakan "*Torsion Bar*" (batang torsi). Di bawah ini diuraikan beberapa macam pegas yang umumnya dipasang pada mobil (New Step 1).

### 1. Pegas Daun (*Leaf Spring*)

Pegas macam ini dipergunakan sejak puluhan tahun yang lalu. Bahkan sampai saat ini masih banyak kendaraan-kendaraan yang menggunakan pegas daun ini. Pegas daun terdiri dari beberapa lembar pegas-pegas baja yang berbeda ukuran panjangnya. Kemudian disusun dan disatukan seolah-olah menjadi satu unit. Pegas tadi dipasang pada sumbu depan dan sumbu belakang dengan menggunakan "baut U". Ujung-ujungnya bergantung pada rangka. Pegas daun yang teratas dinamakan pegas nomor satu, kedua ujungnya dibuat/dibentuk melingkar. Bentuk serupa ini diberi nama mata pegas (*Spring Eyes*).



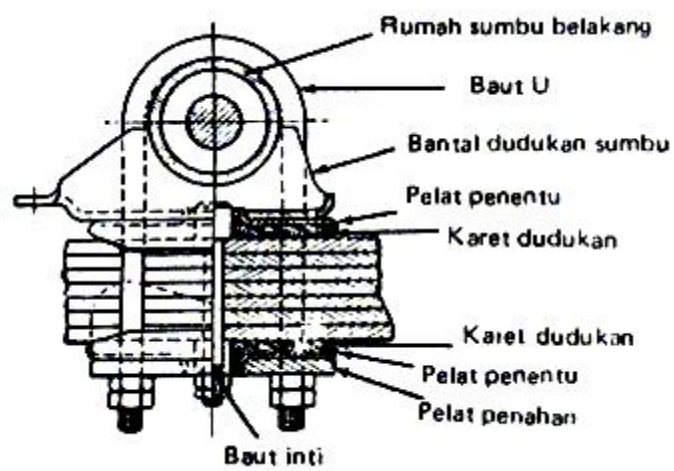
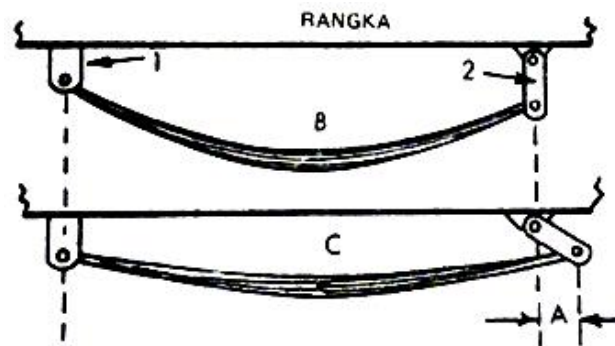
Gambar 2.5 Susunan pegas daun (Martawilas, 2007).

Pegas ini murah, sederhana dan tidak memerlukan tambahan untuk kontrol. Kekurangannya terletak dalam gesekan yang terjadi antara daun-daun pegas apabila roda bergerak ke atas atau ke bawah, ini menyebabkan jalannya kendaraan kurang enak bagi penumpang.

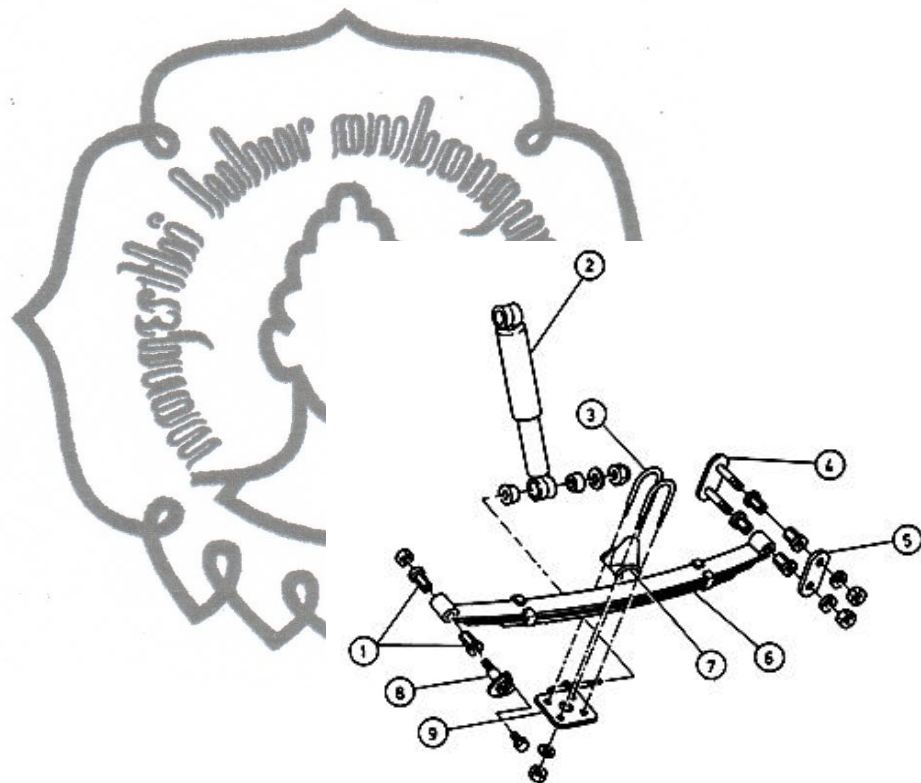
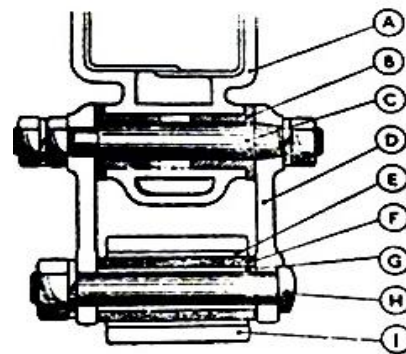
Perhatikan baik-baik gambar diatas. Lihat gambar baut inti (*Center Bolt*). Baut inilah yang mempersatukan daun-daun pegas. Sesuai dengan namanya letak baut ini di tengah-tengah daun pegas dan membagi dua jarak antara ujung satu dengan ujung lainnya.

Penahan pegas (*Rebound Clip*) nampak disatukan dengan pegas ke empat. Batas atau tempat ini adalah suatu daerah kerja yang mempunyai daya yang sama untuk keempat pegas daun. Di kedua ujungnya setiap pegas daun diberi lapisan karet *neoprene* khusus (*Special Neoprene Rubber*). Maksudnya agar waktu pegas-pegas menerima beban, bunyi yang mencit-cit karena gesekan satu sama lain dapat dihilangkan. Untuk menjaga agar karet itu tidak lepas ketika pegas bekerja, maka dibuatlah alur penguat. Ada sebagian pabrik yang membuat alur tidak seberapa dalam di tengah pada bagian atas daun pegas. Alur itu maksudnya tempat minyak pelumas (*Grease*) dan sekaligus memudahkan penyusunan pegas. Fungsinya sama dengan karet *neoprene* khusus.

Di bawah ini ditunjukkan dalam sebuah gambar, bagaimana pegas daun itu dalam keadaan berbobot normal dan dalam waktu bekerja.



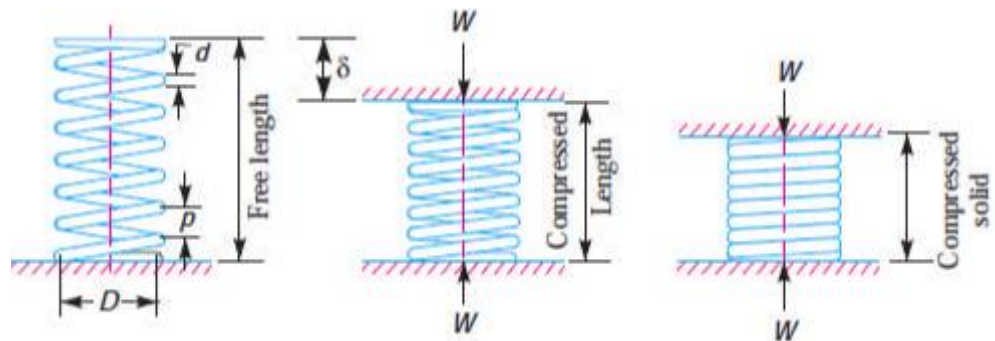






Material	Allowable shear stress ( $\tau$ ) MPa			Modulus of rigidity (G) kN/m <sup>2</sup>	Modulus of elasticity (E) kN/mm <sup>2</sup>
	Severe service	Average service	Light service		
1. Carbon steel					
(a) Upto to 2.125 mm dia.	420	525	651	80	210
(b) 2.125 to 4.625 mm	385	483	595		
(c) 4.625 to 8.00 mm	336	420	525		
(d) 8.00 to 13.25 mm	294	364	455		
(e) 13.25 to 24.25 mm	252	315	392		
(f) 24.25 to 38.00 mm	224	280	350		
2. Music wire	392	490	612	70	196
3. Oil tempered wire	336	420	525		
4. Hard-drawn spring wire	280	350	437.5		
5. Stainless-steel wire	280	350	437.5	70	196
6. Monel metal	196	245	306	44	105
7. Phosphor bronze	196	245	306	44	105
8. Brass	140	175	219	35	100

Type of end	Total number of turns ( $n'$ )	Solid length	Free length
1. Plain ends	$n$	$(n + 1) d$	$p \times n + d$
2. Ground ends	$n$	$n \times d$	$p \times n$
3. Squared ends	$n + 2$	$(n + 3) d$	$p \times n + 3d$
4. Squared and ground ends	$n + 2$	$(n + 2) d$	$p \times n + 2d$



- a. Panjang rapat (*Solid length of the spring*) (R.S. KHURMI, 1982).

$$L_s = n' d$$

Dimana=  $n'$  = jumlah koil lilitan  
 $d$  = diameter kawat

- b. Panjang bebas (*free length of the spring*) (R.S. KHURMI, 1982).

$$L_f = n' d + \delta_{\max} + (n' - 1) \times 1 \text{ mm}$$

Dalam kasus ini, jarak antara dua kumparan yang berdekatan diambil 1 mm.

- c. Indek pegas (C) didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara diameter pegas dengan diameter kawat, persamaan matematikanya adalah (R.S. KHURMI, 1982).

$$\text{Indek pegas (C)} = \frac{D}{d}$$

Dimana :  $D$  = diameter lilitan/pegas

- d. *Spring rate* (k) didefinisikan sebagai beban yang diperlukan per unit defleksi pegas, persamaan matematikanya adalah (R.S. KHURMI, 1982).

$$k = \frac{W}{\delta} = \frac{Gd}{8C^3 N_a} = \frac{Gd}{8C^3 N_a (1 + \frac{0.5}{C^2})}$$

dimana :  $W$  = beban

$\delta$  = defleksi dari pegas

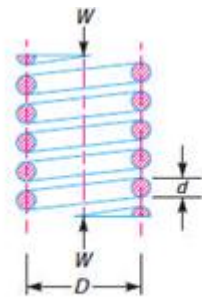
Persamaan pertama hanya berlaku untuk geser torsional, sedangkan rumus kedua berlaku untuk beban torsi dan gaya geser melintang.

- e. *Pitch* didefinisikan sebagai jarak aksial antara kumparan yang berdekatan pada daerah yang tidak terkompresi (R.S. KHURMI, 1982).

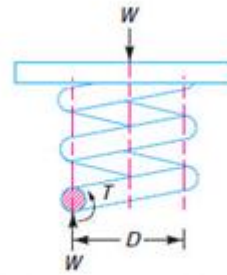
$$\text{Pitch (p)} = \frac{\text{panjang bebas}}{n' - 1}$$

Atau dapat dicari dengan cara :

$$\text{Pitch of the coil, } p = \frac{L_f - L_s}{n'} + d$$



(a) Axially loaded helical spring.



(b) Free body diagram showing that wire is subjected to torsional shear and a direct shear.



$\delta$

$\tau$ 
 $\frac{M}{Z}$ 


$$\sqrt{\sigma_b^2 + \tau^2}$$

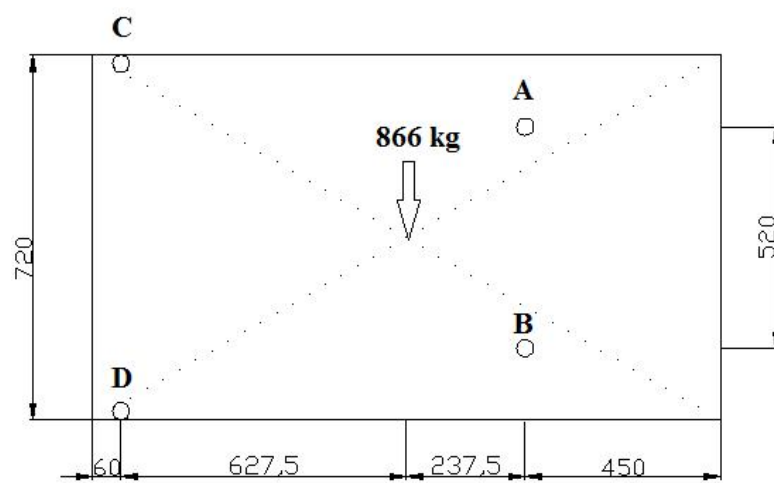
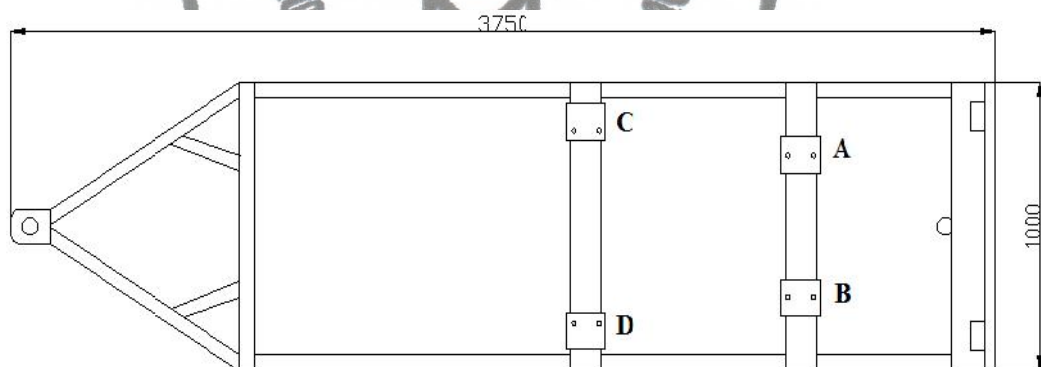
2

2

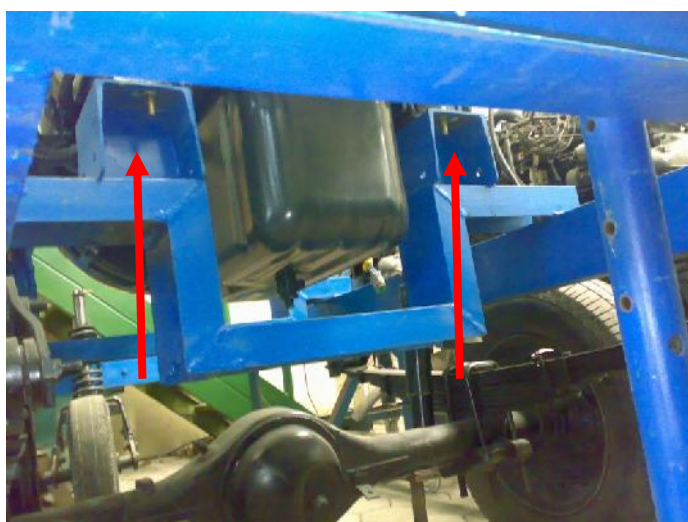
3

Thickness of plate (mm)	3 – 5	6 – 8	10 – 16	18 – 24	26 – 55	Over 58
Minimum size of weld (mm)	3	5	6	10	14	20

commit to user

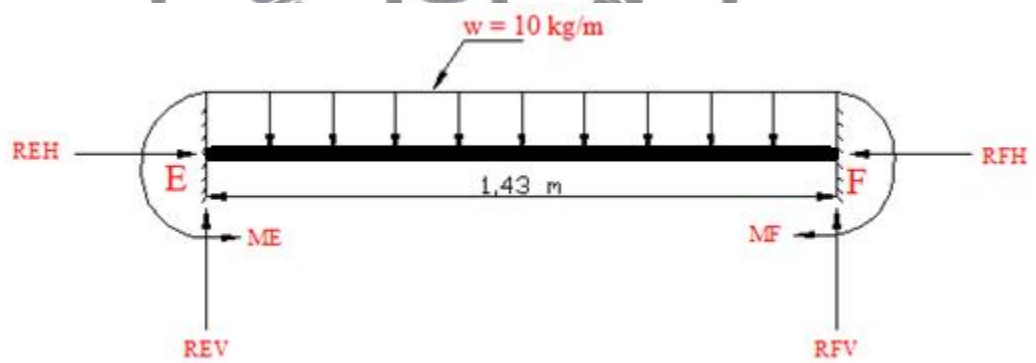
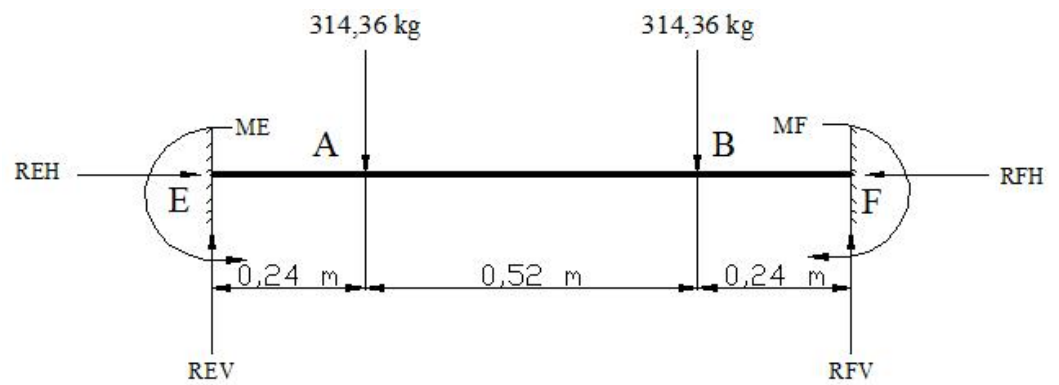


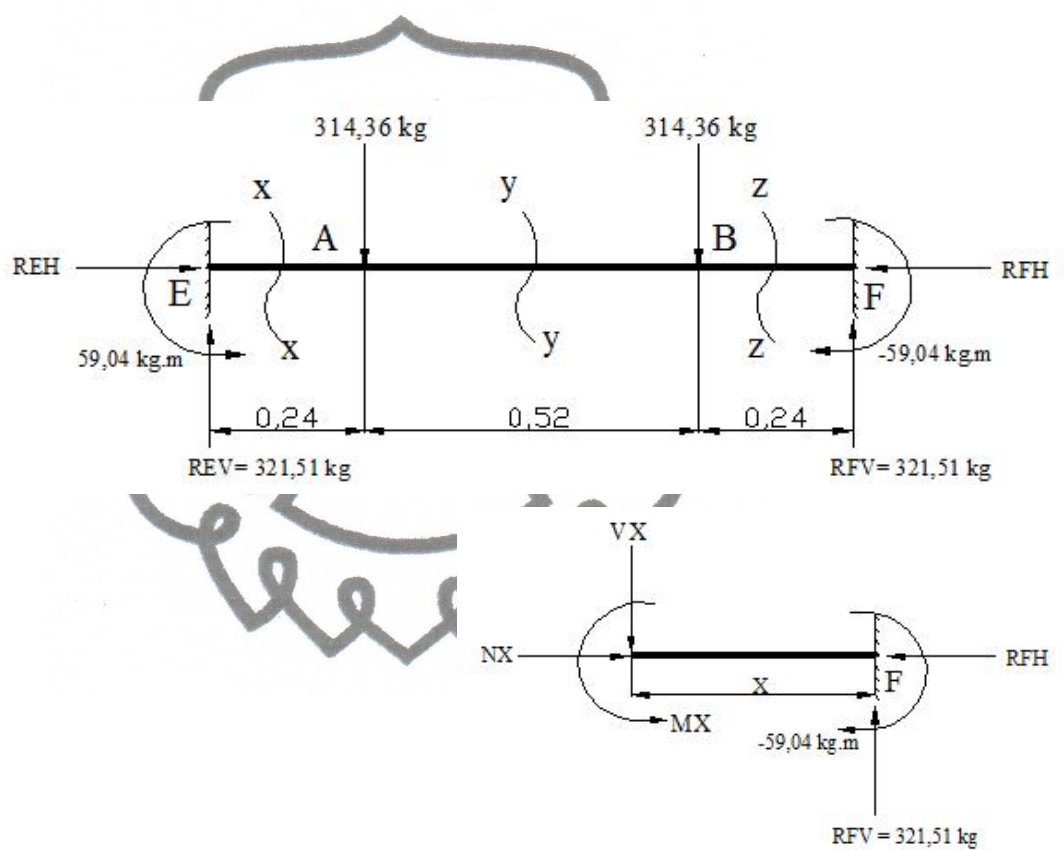
*commit to user*

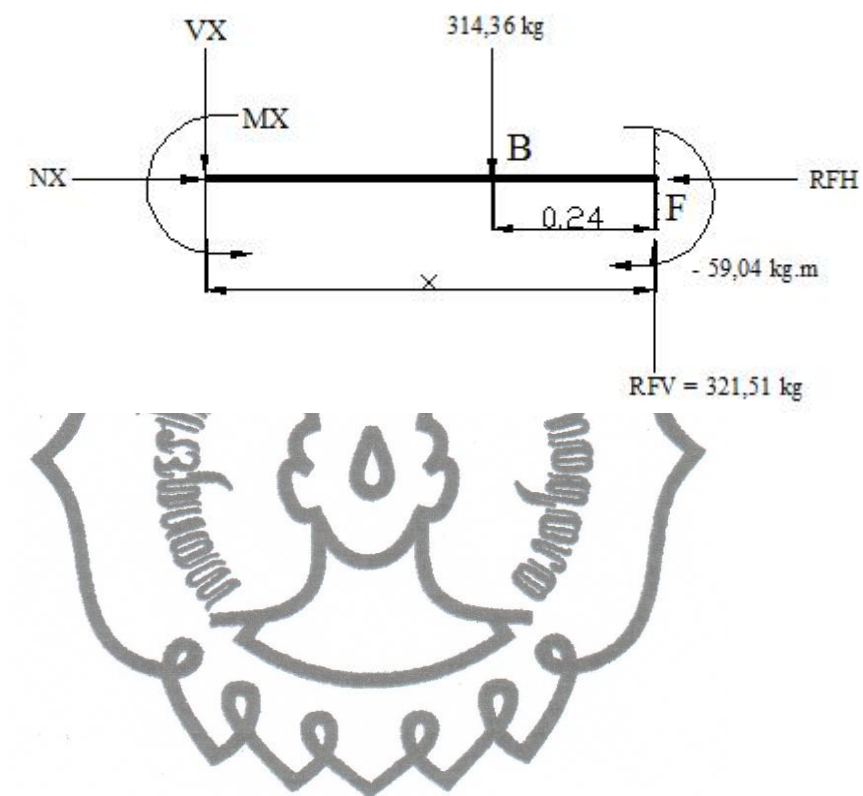


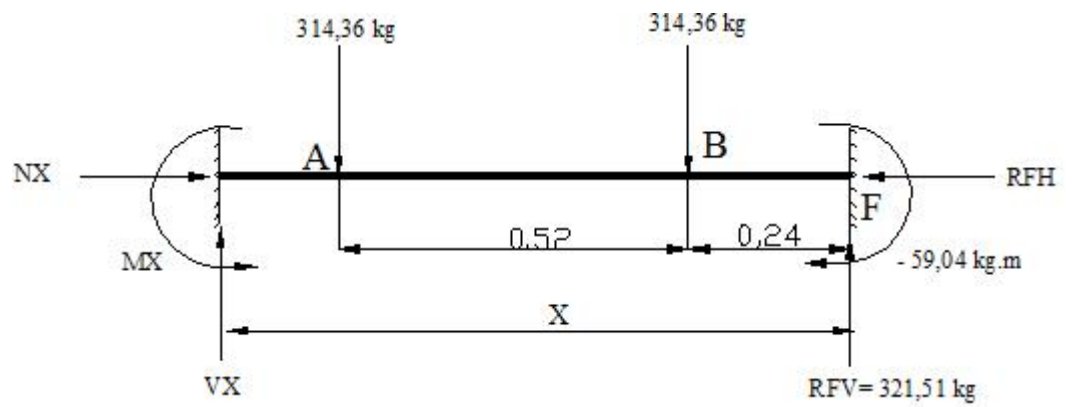
*commit to user*

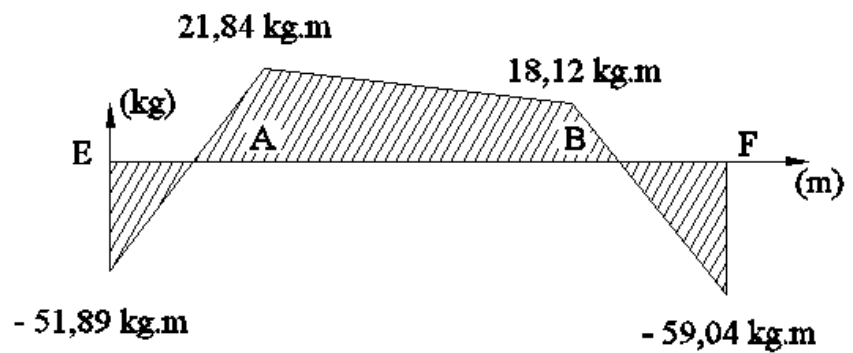
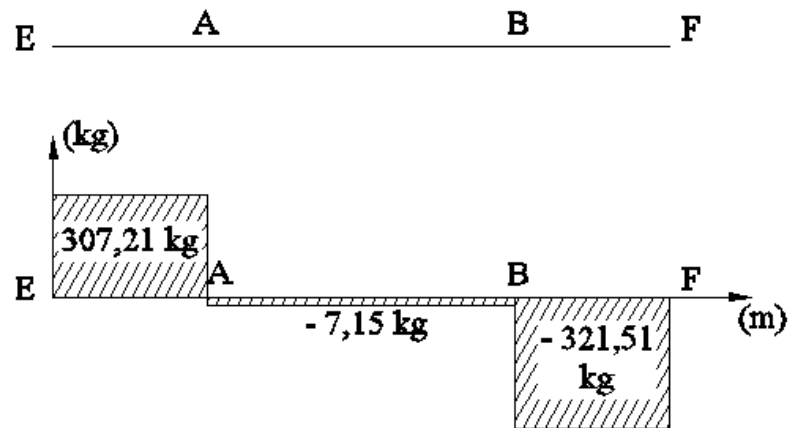


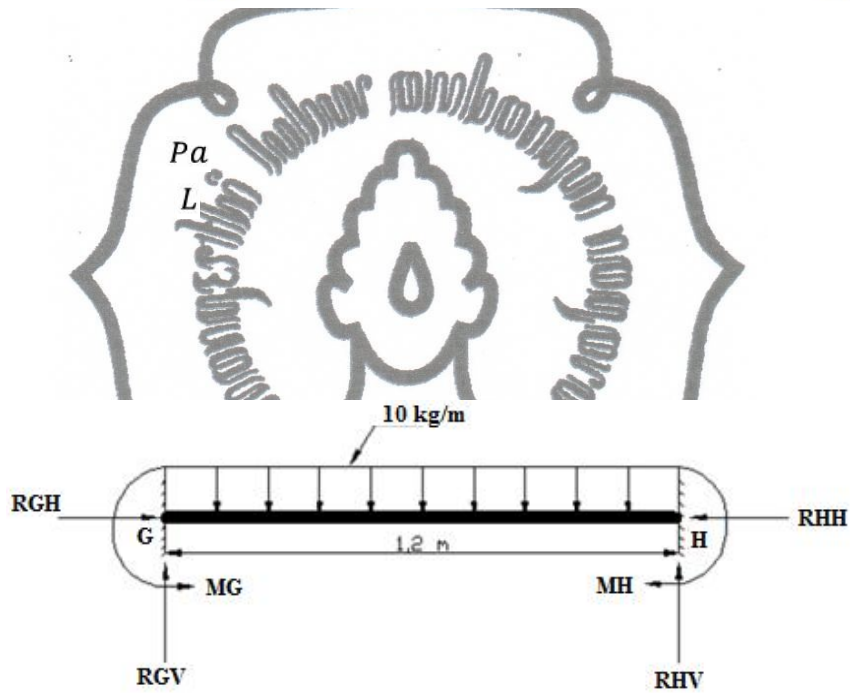
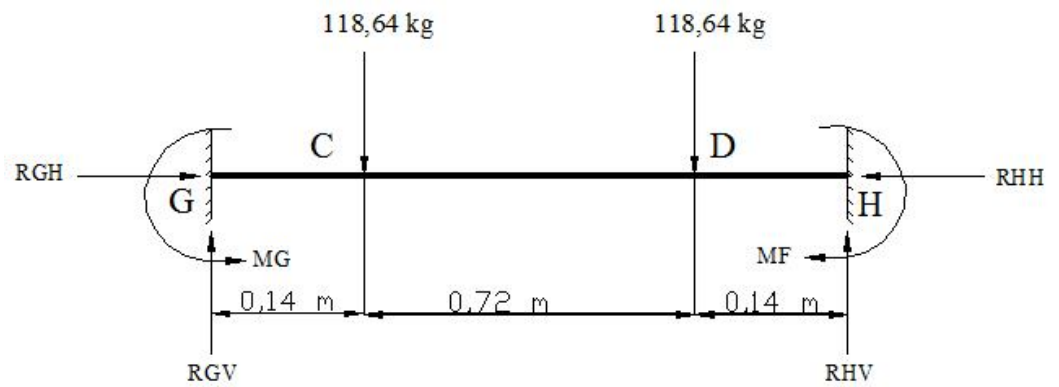




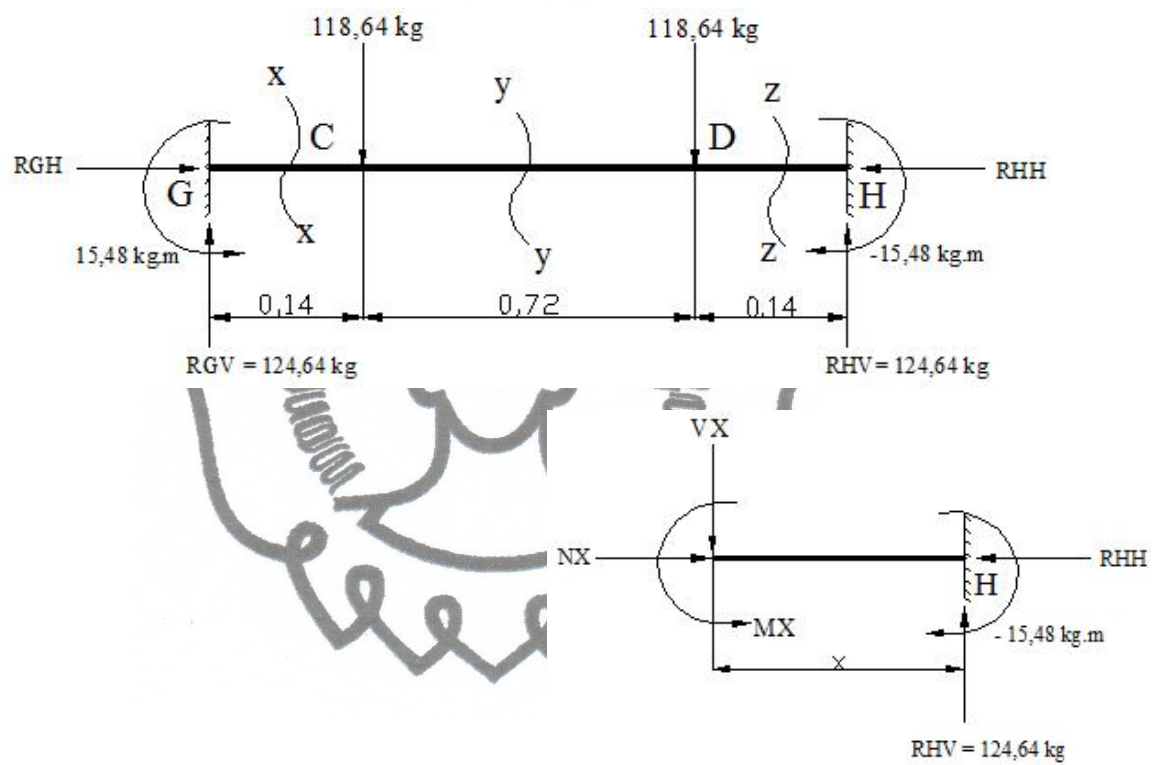


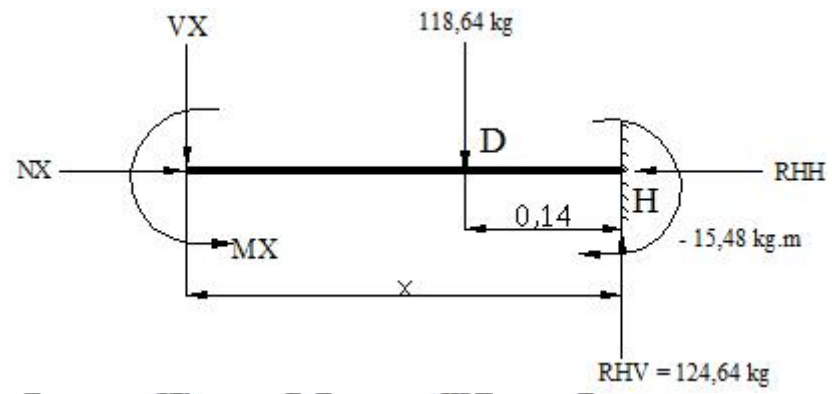


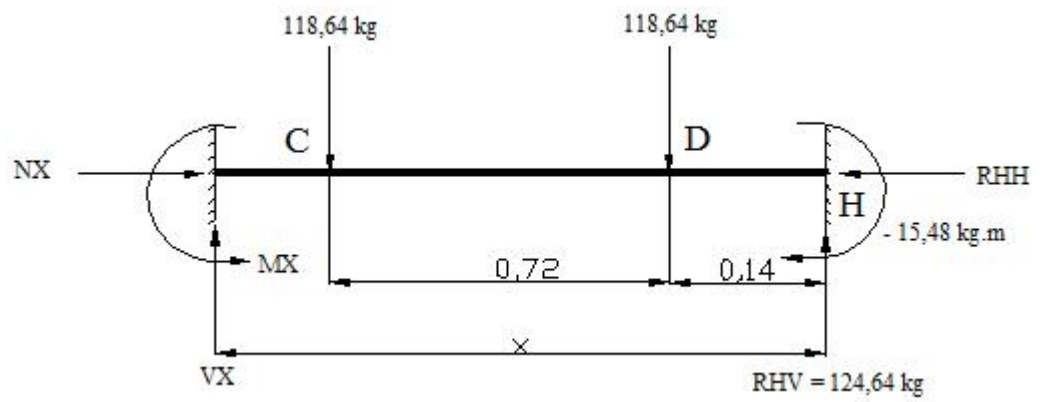


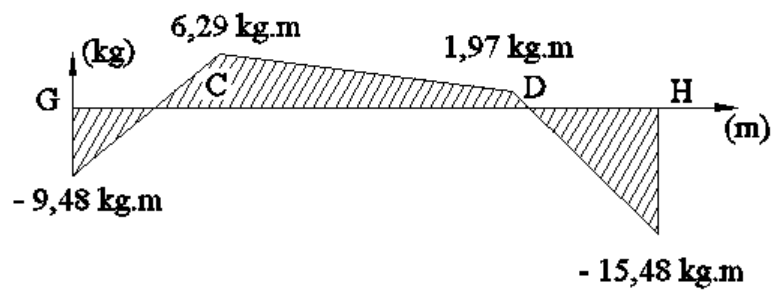
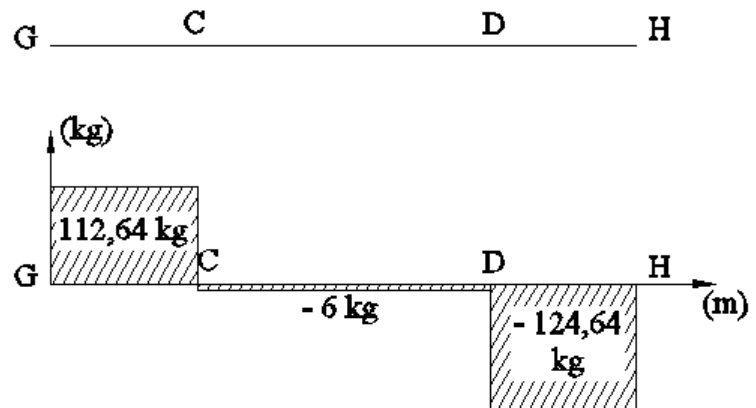


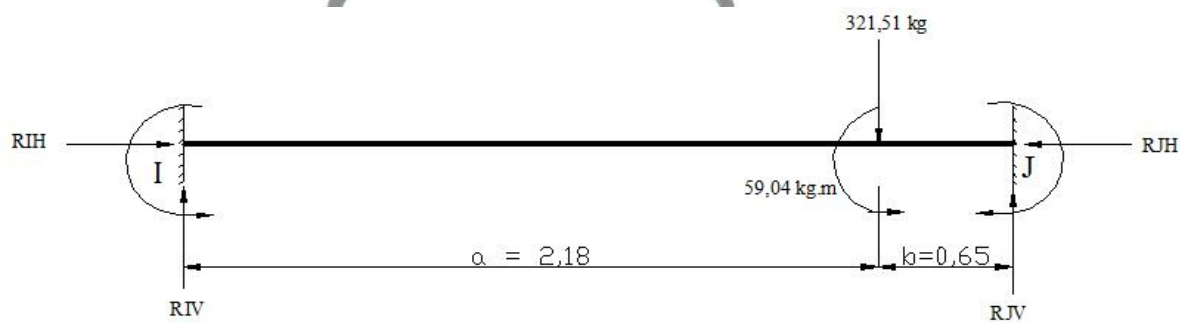
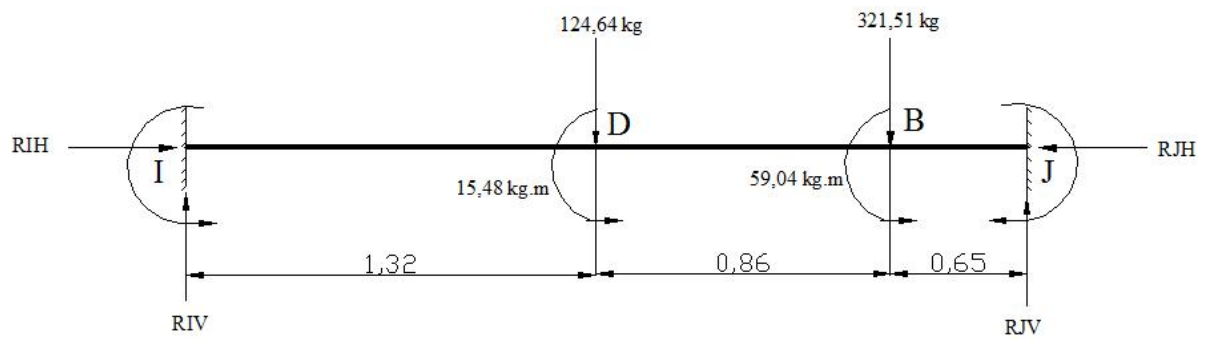












$$= \frac{321,5 \text{ kg} \cdot 2,81 \text{ m} \cdot (0,65 \text{ m})^2}{(2,83 \text{ m})^2}$$

$$= 47,66 \text{ kg.m}$$

$$= 476,6 \text{ N.m}$$

$$M_J = \frac{P \cdot a^2 \cdot b}{L^2}$$

$$= \frac{321,5 \text{ kg} \cdot (2,81 \text{ m})^2 \cdot 0,65 \text{ m}}{(2,83 \text{ m})^2}$$

$$= 206,03 \text{ kg.m}$$

$$= 2060,3 \text{ N.m}$$

Reaksi yang dihasilkan akibat dari momen terhadap batang

$$M_I = \frac{M \cdot b}{L^2} (2a - b)$$

$$= \frac{59,04 \text{ kg.m} \cdot 0,65 \text{ m}}{(2,83 \text{ m})^2} (2 \cdot 2,18 \text{ m} - 0,65 \text{ m})$$

$$= 17,78 \text{ kg.m}$$

$$= 177,8 \text{ N.m}$$

$$M_J = \frac{M \cdot a}{L^2} (2b - a)$$

$$= \frac{59,04 \text{ kg.m} \cdot 2,18 \text{ m}}{(2,83 \text{ m})^2} (2 \cdot 0,65 \text{ m} - 2,18 \text{ m})$$

$$= -14,14 \text{ kg.m}$$

$$= -141,4 \text{ N.m}$$

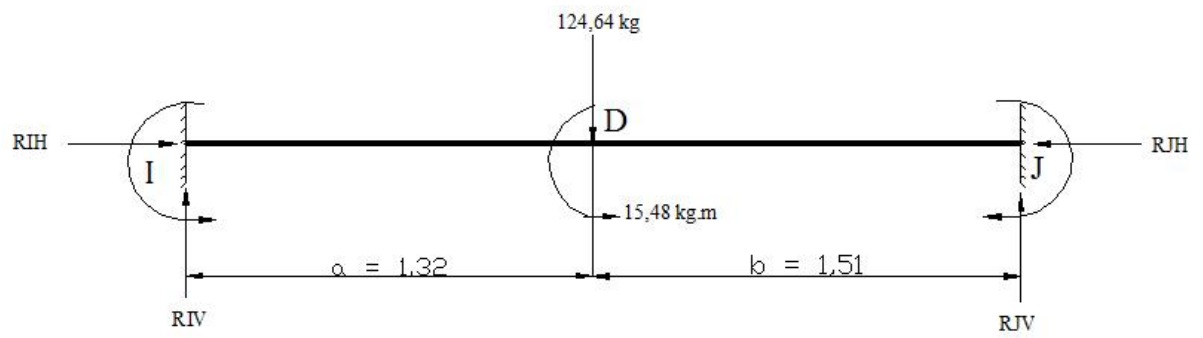
$$R_I = -R_J = \frac{6 \cdot M \cdot a \cdot b}{L^3}$$

$$= \frac{6 \cdot 59,04 \text{ kg.m} \cdot 2,18 \text{ m} \cdot 0,65 \text{ m}}{(2,83 \text{ m})^3}$$

$$= 22,15 \text{ kg} = 221,5 \text{ N}$$

*commit to user*





$$\begin{aligned}
 &= \frac{124,64 \text{ kg} \cdot (1,32 \text{ m})^2}{(2,83 \text{ m})^3} (1,32 \text{ m} + 3 \cdot 1,51 \text{ m}) \\
 &= 56,05 \text{ kg} \\
 &= 560,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

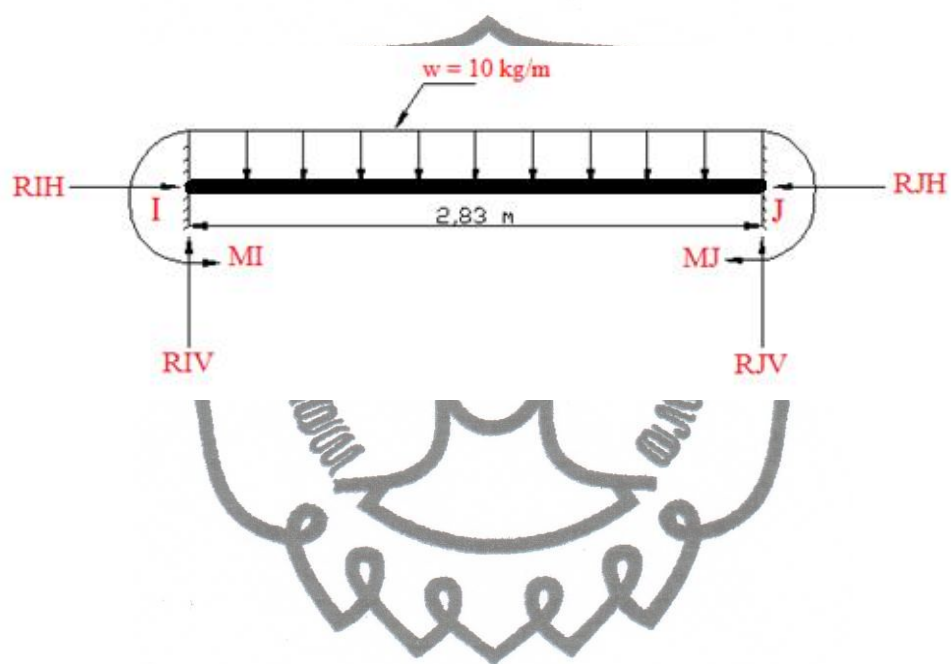
Reaksi yang dihasilkan akibat dari *momen* terhadap batang

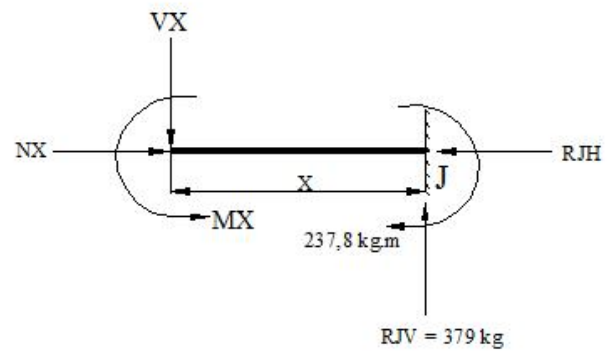
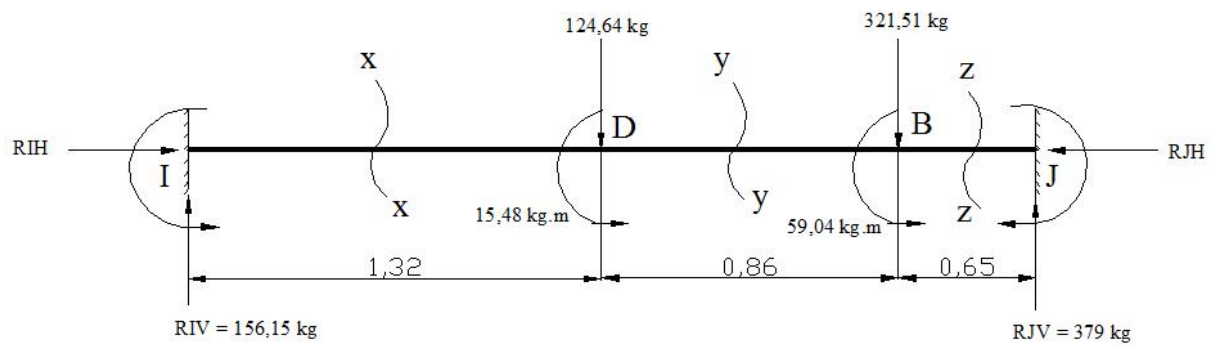
$$\begin{aligned}
 M_I &= \frac{M \cdot b}{L^2} (2a - b) \\
 &= \frac{15,48 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot 1,51 \text{ m}}{(2,83 \text{ m})^2} (2 \cdot 1,32 \text{ m} - 1,51 \text{ m}) \\
 &= 3,85 \text{ kg} \cdot \text{m} \\
 &= 38,5 \text{ N} \cdot \text{m} \\
 M_J &= \frac{M \cdot a}{L^2} (2b - a) \\
 &= \frac{15,48 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot 1,32 \text{ m}}{(2,83 \text{ m})^2} (2 \cdot 1,51 \text{ m} - 1,32 \text{ m}) \\
 &= 4,34 \text{ kg} \cdot \text{m} \\
 &= 43,4 \text{ N} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

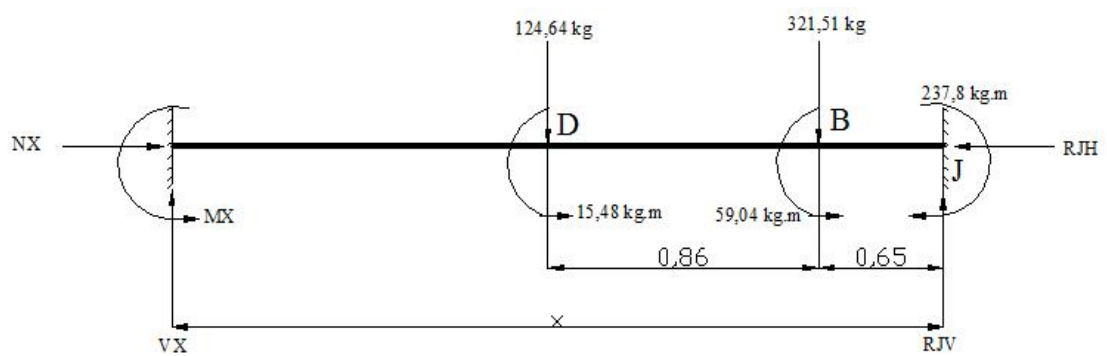
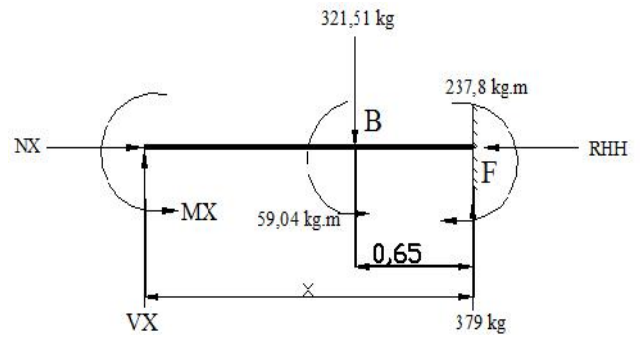
$$\begin{aligned}
 R_I &= -R_J = \frac{6 \cdot M \cdot a \cdot b}{L^3} \\
 &= \frac{6 \cdot 15,48 \text{ kgm} \cdot 1,32 \text{ m} \cdot 1,51 \text{ m}}{(2,83 \text{ m})^3} \\
 &= 8,17 \text{ kg} \\
 &= 81,7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

47,

200







$$N_x = 0$$

$$V_x = 124,64 + 321,51 - 379$$

$$= 67,15 \text{ kg}$$

$$= 671,5 \text{ N}$$

$$M_x = 379.x - 321,51 (x-0,65) - 124,64 (x-1,51) + 59,04 + 15,48 - 237,8$$

➤ Titik D (x = 1,51)

$$N_D = 0$$

$$V_D = 67,15 \text{ kg}$$

$$= 671,5 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_D &= 379.1,51 - 321,51 (1,51-0,65) - 124,64 (1,51-1,51) + \\ &59,04 + 15,48 - 237,8 \\ &= 132,5 \text{ kg.m} \\ &= 1325 \text{ N.m} \end{aligned}$$

➤ Titik I (x = 2,83)

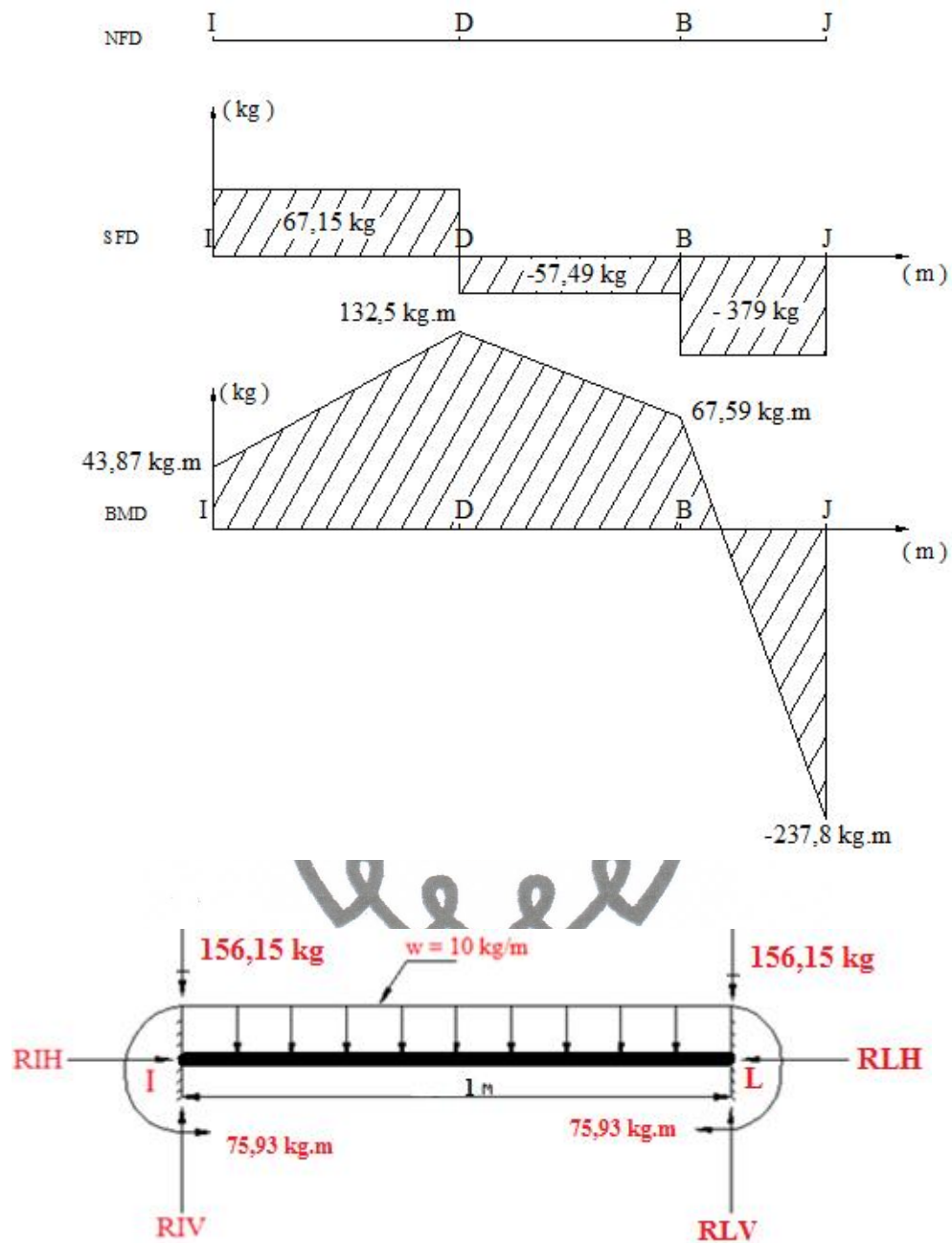
$$N_I = 0$$

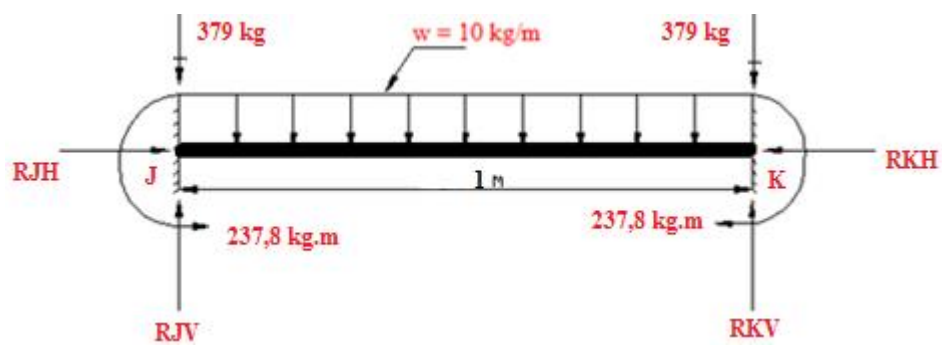
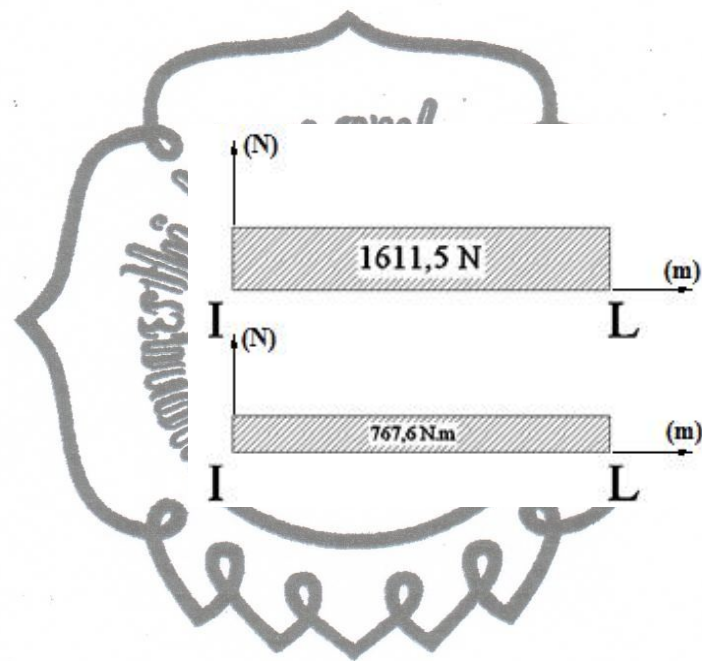
$$V_I = 67,15 \text{ kg}$$

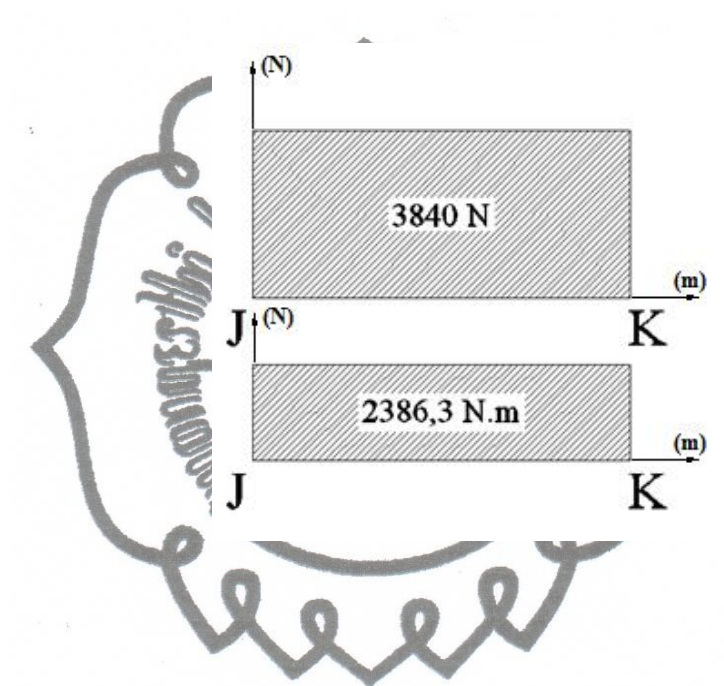
$$= 671,5 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_I &= 379 .2,83 - 321,51 (2,83 - 0,65) - 124,64 (2,83 - 1,51) + \\ &59,04 + 15,48 - 237,8 \\ &= 43,87 \text{ kg.m} \\ &= 438,7 \text{ N.m} \end{aligned}$$









$$\frac{M}{I} = \frac{\tau_b}{y}$$

$$\frac{590.400 \text{ N.mm}}{3.640.000 \text{ mm}^4} = \frac{\tau_b}{60 \text{ mm}}$$

$$\tau_b = 9,73 \text{ N/mm}^2$$

Kekuatan tarik ( $\tau_b$ ) yang dihasilkan dari perhitungan  $9,73 \text{ N/mm}^2 <$  dari kekuatan tarik material profil U12 yaitu  $448,15 \text{ N/mm}^2$ . Jadi profil U12 yang dipakai aman.

b) Tumpuan belakang

- Momen maksimum pada tumpuan depan yaitu  $15,48 \text{ kg.m}$
- Kekuatan tarik *Mild Steel* A 36 ( $\tau_b$ ) =  $65.000 \text{ psi} = 448,15 \text{ Mpa} = 448,15 \text{ N/mm}^2$
- Momen *Inersia* (I) dari besi profil U12 =  $364 \text{ cm}^4$
- Jarak titik berat dari sisi luar (y) U12 =  $60 \text{ mm}$
- Percepatan gravitasi (g) =  $10 \text{ m/s}^2$

Konversi satuan momen dari  $\text{kg.m}$  menjadi  $\text{N.mm}$  adalah:

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= 15,48 \text{ kg.m} \times 1000 \times g \\ &= 15,48 \text{ kg.m} \times 1000 \times 10 \text{ m/s}^2 \\ &= 154.800 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\frac{M}{I} = \frac{\tau_b}{y}$$

$$\frac{154.800 \text{ N.mm}}{3.640.000 \text{ mm}^4} = \frac{\tau_b}{60 \text{ mm}}$$

$$\tau_b = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

Kekuatan tarik ( $\tau_b$ ) yang dihasilkan dari perhitungan  $2,5 \text{ N/mm}^2 <$  dari kekuatan tarik material profil U12 yaitu  $448,15 \text{ N/mm}^2$ . Jadi profil U12 yang dipakai aman.

c) Chasis

- Momen maksimum pada tumpuan depan yaitu  $237,8 \text{ kg.m}$
- Kekuatan tarik Mild Steel A 36 ( $\tau_b$ ) =  $65.000 \text{ psi} = 448,15 \text{ Mpa} = 448,15 \text{ N/mm}^2$
- Momen Inersia (I) dari besi profil U12 =  $364 \text{ cm}^4$
- Jarak titik berat dari sisi luar (y) U12 =  $60 \text{ mm}$
- Percepatan gravitasi (g) =  $10 \text{ m/s}^2$

Konversi satuan momen dari kgm menjadi N.mm adalah:

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= 237,8 \text{ kgm} \times 1000 \times g \\ &= 237,8 \text{ kgm} \times 1000 \times 10 \text{ m/s}^2 \\ &= 2.378.000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\frac{M}{I} = \frac{\tau_b}{y}$$

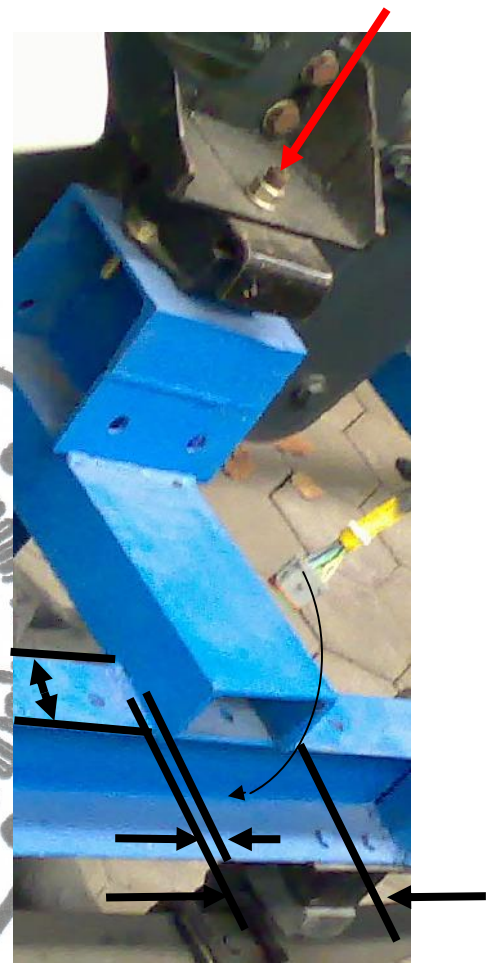
$$\frac{2.378.000 \text{ N.mm}}{3.640.000 \text{ mm}^4} = \frac{\tau_b}{60 \text{ mm}}$$

$$\tau_b = 39,19 \text{ N/mm}^2$$

Kekuatan tarik ( $\tau_b$ ) yang dihasilkan dari perhitungan  $39,19 \text{ N/mm}^2 <$  dari kekuatan tarik material profil U12 yaitu  $448,15 \text{ N/mm}^2$ . Jadi profil U12 yang dipakai aman.







$$\sqrt{\sigma_b^2 +}$$

$$\sqrt{268,1^2}$$

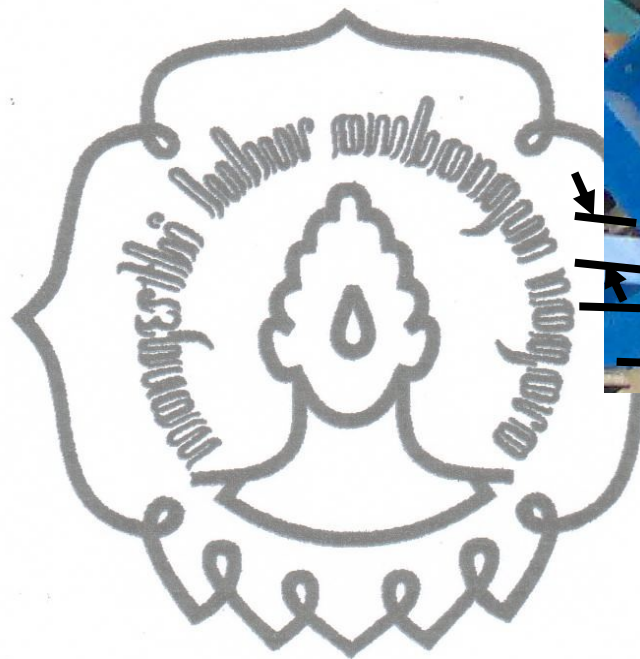
$\sigma$

$\sigma$

1



*commit to user*



$$\sqrt{\sigma_b^2 + \tau^2}$$

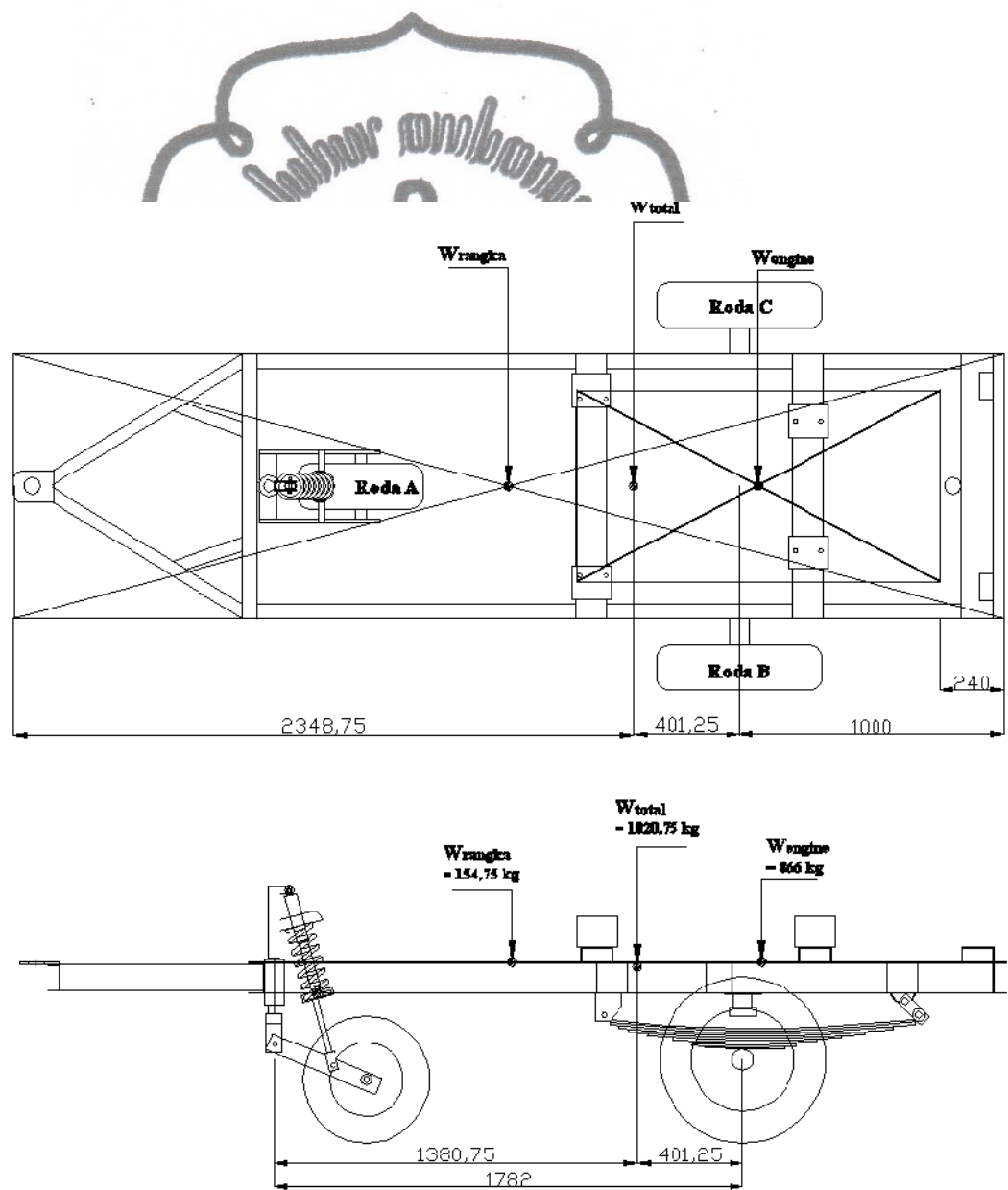
$$\sqrt{66,6}$$

$\sigma$

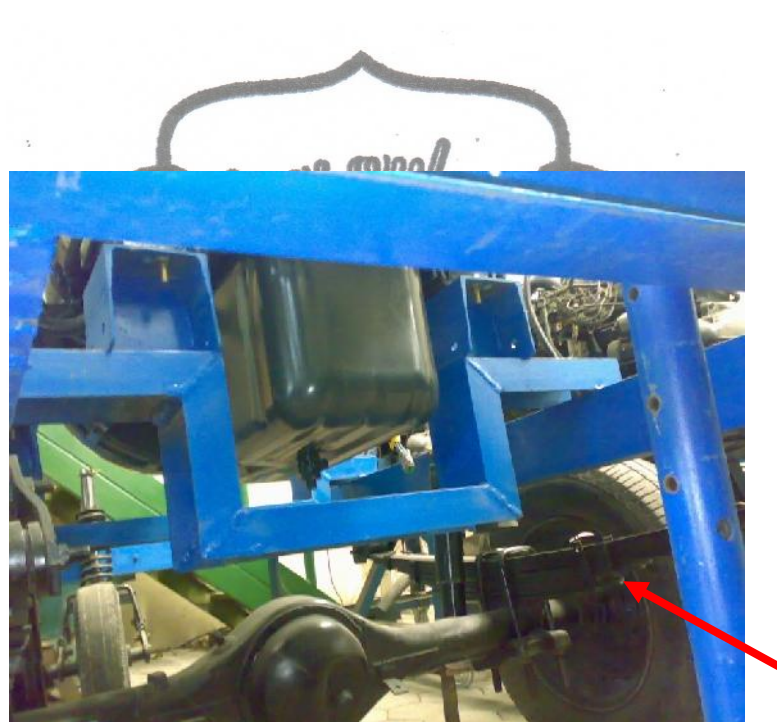
$\sigma$

*commit to user*

1



commit to user





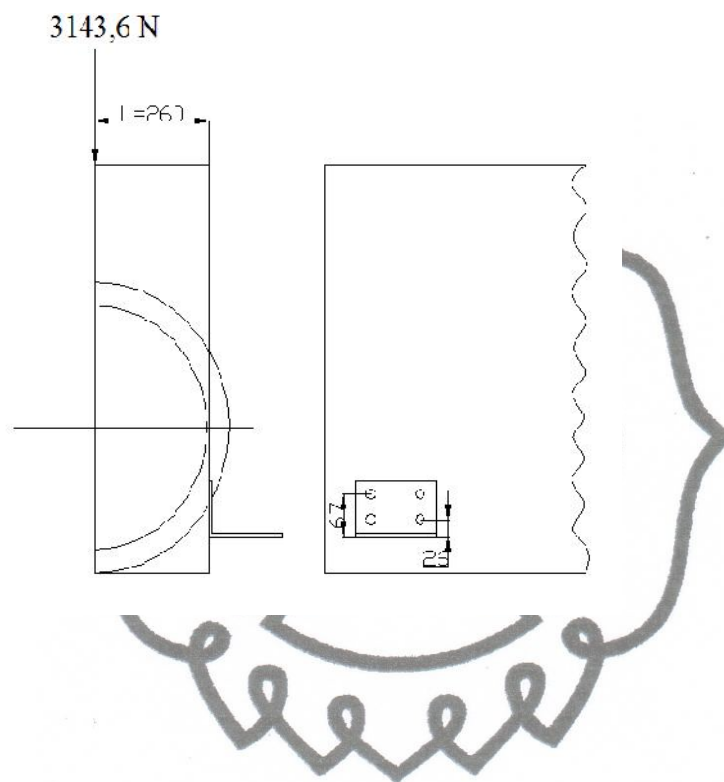
$L_f$

*commit to user*



$$\begin{aligned}
 &= \frac{80.10^3 \text{ N/mm}^2 \cdot 15 \text{ mm}}{8(6,33)^3 10(1 + \frac{0,5}{(6,33)^2})} \\
 &= \frac{1200000}{20290,89 (1 + 0,012)} \\
 &= 58,4 \text{ N/mm} \\
 K_s &= C + \frac{0,5}{C} \\
 &= 6,33 + \frac{0,5}{6,33} \\
 &= 1,07 \text{ N/mm} \\
 P_{\max} &= \frac{\pi d^3 \tau_{\max}}{8 K_s D} \\
 &= \frac{3,14 \cdot 15^3 \cdot 315}{8 \cdot 1,07 \cdot 95} \\
 &= \frac{3338212,5}{813,2} \\
 &= 4105,03 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Jadi, dari perhitungan pegas *coil* di atas beban maksimal yang dapat diterima oleh pegas *coil* adalah 4.105,03 N sedangkan total beban yang diterima oleh pegas dari rangka dan *engine* hanya 2298,7 N. Sehingga pegas aman digunakan pada *engine stand*.



$\bar{z}$   $\bar{z}$

$\frac{1}{W_z}$

$\frac{1}{(530 \text{ mm}^3)}$  *mit to user*

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} [ 5300,2 + 5528,36 ] \\
 &= 5414,18 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4. Beban geser maksimum

$$\begin{aligned}
 W_{s\max} &= \frac{1}{2} \sqrt{(W_t)^2 + 4 W_s^2} \\
 &= \frac{1}{2} \sqrt{(5300,2 \text{ N})^2 + 4 (785,9 \text{ N})^2} \\
 &= \frac{1}{2} 5528,36 \\
 &= 2764,18 \text{ N}
 \end{aligned}$$

5. Tegangan geser tiap baut

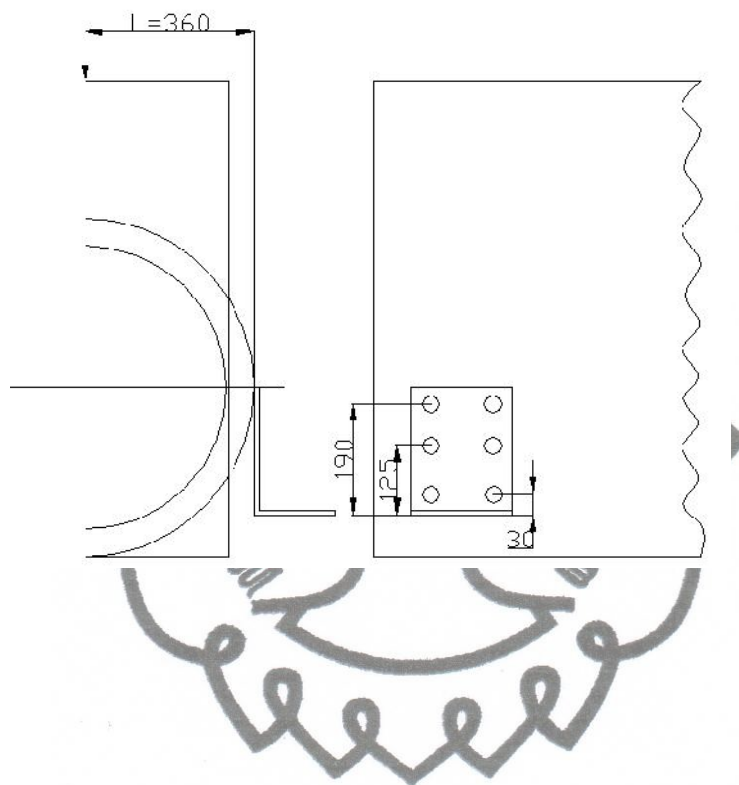
$$\begin{aligned}
 \tau_{\max} &= \frac{W_{s\max}}{A} \\
 &= \frac{2764,18 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} d^2} \\
 &= \frac{2764,18 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} 12^2} \\
 &= 24,45 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

6. Tegangan tarik tiap baut

$$\begin{aligned}
 \sigma_{t\max} &= \frac{W_{t\max}}{A} \\
 &= \frac{5414,18 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} d^2} \\
 &= \frac{5414,18 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} 12^2} \\
 &= 47,89 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa baut yang digunakan aman karena  $\sigma_{t\max} = 47,89 \text{ N/mm}^2 < \text{dari } 340 \text{ N/mm}^2$

3143,6 N



$\bar{z}$   $\bar{z}$   $\bar{z}$

$\Delta(W_i$

$\Delta(77$

*commit to user*

$$= 818,74 \text{ N}$$

4. Beban geser maksimum

$$\begin{aligned} W_{s_{\max}} &= \frac{1}{2} \sqrt{(W_t)^2 + 4 W_s^2} \\ &= \frac{1}{2} \sqrt{(771 \text{ N})^2 + 4 (197,7 \text{ N})^2} \\ &= \frac{1}{2} 866,48 \text{ N} \\ &= 433,24 \text{ N} \end{aligned}$$

5. Tegangan geser tiap baut

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \frac{W_{s_{\max}}}{A} \\ &= \frac{433,24 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} d^2} \\ &= \frac{433,24 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} 16^2} \\ &= 2,15 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

6. Tegangan tarik tiap baut

$$\begin{aligned} \sigma_{t_{\max}} &= \frac{W_{t_{\max}}}{A} \\ &= \frac{818,74 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} d^2} \\ &= \frac{818,74 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} 16^2} \\ &= 4,07 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa baut yang digunakan aman karena  $\sigma_{t_{\max}} = 4,07 \text{ N/mm}^2 < \text{dari } 340 \text{ N/mm}^2$

## BAB IV

### PEMBUATAN *ENGINE STAND*

#### 4.1 Proses Pembuatan

Dalam suatu pembuatan alat diperlukan perencanaan yang matang agar hasilnya *optimal* dan *efisien* dari segi waktu, biaya dan tenaga. Dalam metode perencanaan, hal-hal yang dilakukan yaitu pembuatan gambar dan pemilihan komponen yang tepat dengan memperhatikan kekuatan bahan, penampilan dan harga dari komponen tersebut.

Dalam proyek akhir ini peralatan yang dihasilkan yaitu *engine stand* mesin Komatsu *series* 114. Secara garis besar bahan yang dibutuhkan adalah bahan rangka dan komponen-komponen pelengkap. Bahan-bahan untuk pembuatan rangka berupa besi profil U12 dan U10. Sedang komponen pelengkapnya dudukan radiator dan lain sebagainya.

#### 4.2 Alat dan Bahan

Setelah melakukan perancangan barulah kita bisa memulai pembuatan *chasis*. Akan tetapi sebelumnya kita harus mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan *chasis*. Adapun alat dan bahan yang akan digunakan adalah :

##### a. Alat

- Mesin las listrik
- Kaca mata las listrik
- Gerinda potong
- Gerinda tangan
- Mesin bor bangku
- Mesin bor tangan
- 1 set mata bor
- Resibon potong
- Resibon gerinda
- Jangka sorong

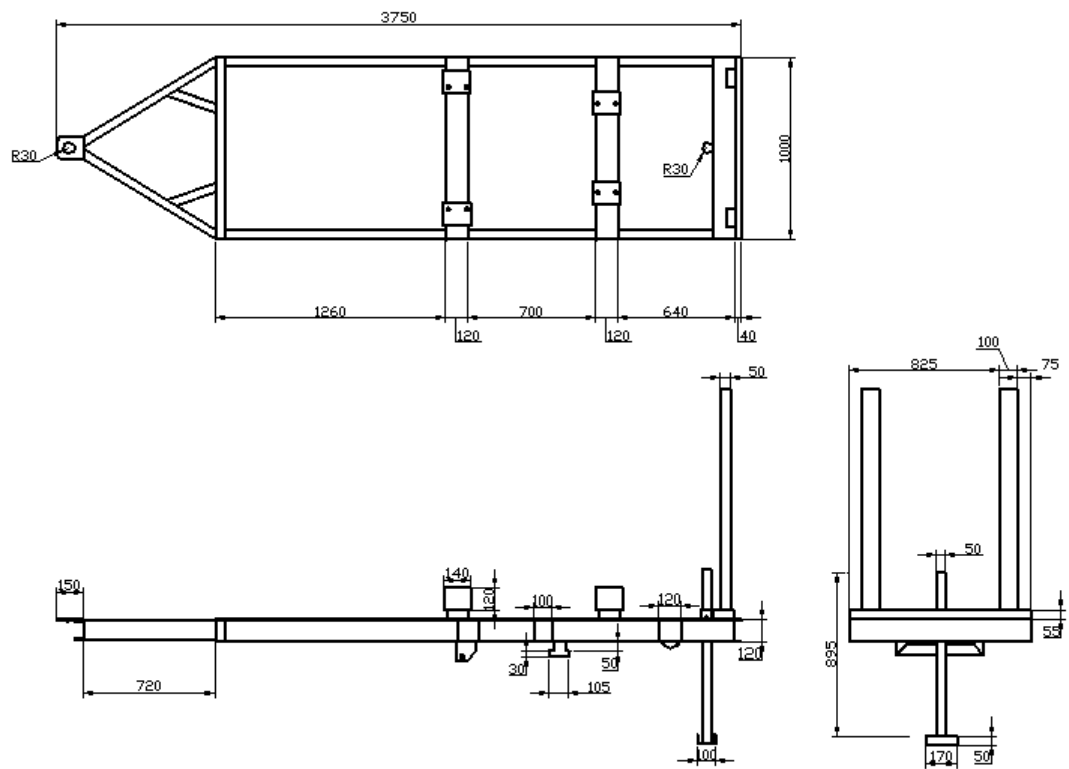
*commit to user*

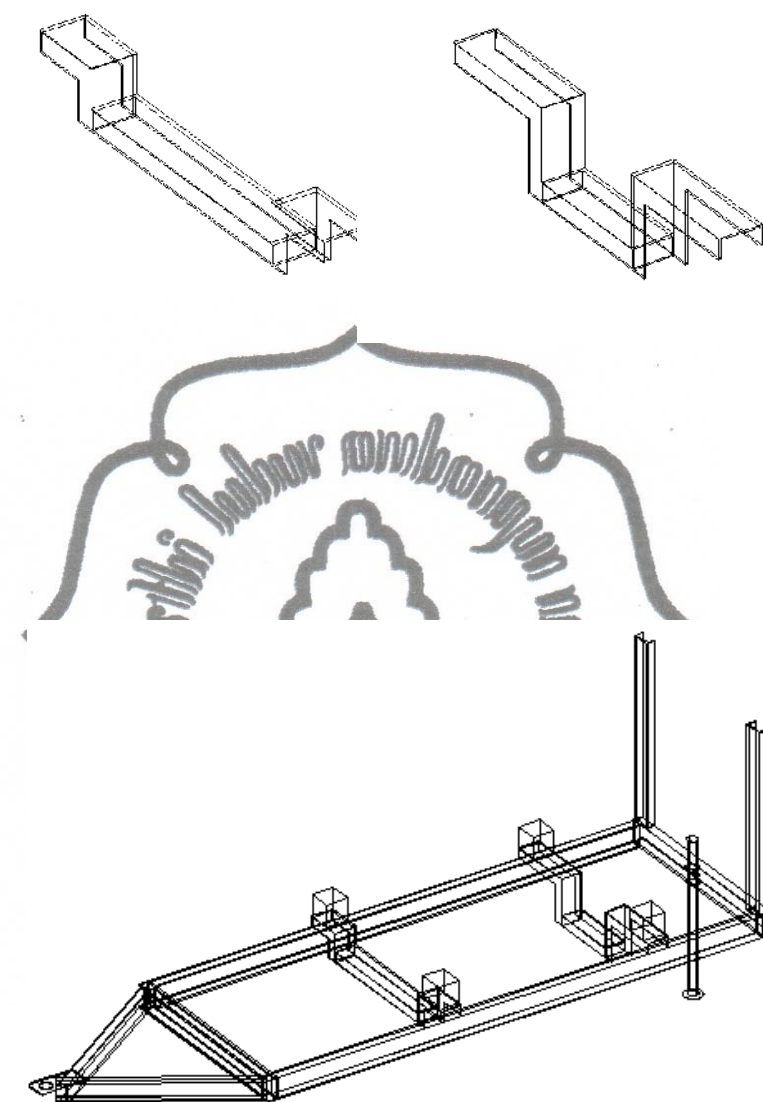
- Mistar siku
- Meteran 13 m
- 1 set kunci pas
- 1 set kunci ring
- Kunci roda
- Obeng
- Tang
- Palu
- Penitik
- Katrol 5 ton
- Dudukan katrol
- Kompresor
- 2 Buah Dongkrak
- *Pressure gauge*
- Sikat baja
- Kuas
- Isolasi
- Semprot cat

**b. Bahan**

- Besi profil 12
- Besi profil 10
- Plat besi dengan tebal 1.5 cm
- Plat besi dengan tebal 3 mm
- Pipa besi diameter 8 cm
- Pipa besi diameter 5 cm
- Elektroda las listrik 3.2 mm
- Ampelas
- Cat hitam dan biru
- Thiner
- Epoxy





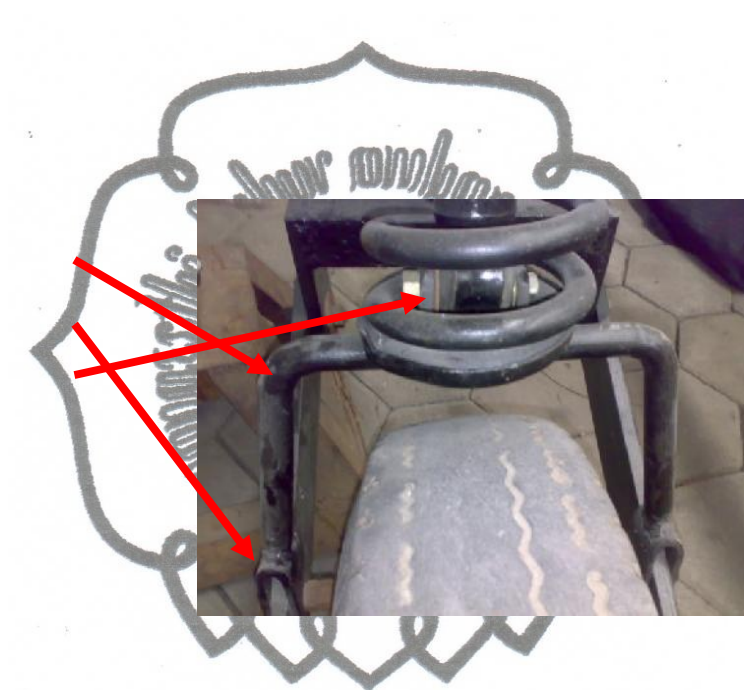












*commit to user*





#### 4.7 Laporan Keuangan Pembuatan *Engine Stand*

Tabel 4.1 Biaya pembuatan stand

No	Jenis Pemakaina	Harga (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Meteran	13.000	13.000
2	<i>Engine mounting</i> (4 buah)	100.000	400.000
3	Profil U 12 (23 Kg)	161.000	161.000
4	Pegas spiral	70.000	70.000
5	<i>Shock absorber</i> depan	80.000	80.000
6	<i>Shock absorber</i> belakang	80.000	80.000
7	Ban dan velg R10	70.000	70.000
8	<i>Resibon cut</i>	5.000	5.000
9	<i>Resibon gerinda</i>	5.500	5.500
10	Karet pegas besar	20.000	20.000
11	Karet pegas kecil	20.000	20.000
12	Sabun (2 buah)	9.000	9.000
13	Amplas (2 buah)	4.000	8.000
14	1 Set pegas daun	450.000	450.000
15	Gardan 1set dan <i>Velg</i>	1.550.000	1.550.000
16	Tukar ban luar R14	180.000	180.000
17	Cat hitam	42.000	42.000
18	Cat biru	42.000	42.000
19	Thiner	42.000	42.000
20	Isolasi	4.500	4.500
21	<i>Epoxy</i>	21.000	21.000
22	Pylox hitam	19.000	19.000
23	Bor M10	60.000	60.000
24	Baut inti	10.000	10.000
25	Begel pegas (4 buah)	30.000	120.000
26	Pegas daun (11Kg)	10.000	110.000
27	Baut baja M 21 (12 buah)	4.000	48.000

28	Baut baja M17 (8 buah)	2.000	16.000
29	Baut M 14 (10 buah)	10.000	10.000
30	<i>Resibon</i> amplas	10.000	10.000
31	<i>Resibon</i> sikat	15.000	15.000
32	Isolasi kertas	9.000	9.000
33	Baut Roda	12.000	12.000
34	<i>Resibon</i> gerinda	7.000	7.000
35	Elektroda 3.2 mm (1pack)	60.000	60.000
36	Besi pipa d 8cm	32.000	32.000
37	Besi pipa d 5cm	18.000	18.000
38	<i>Bearing</i> poros atas (2buah)	60.000	120.000
39	<i>Bearing</i> poros (2buah)	40.000	80.000
40	Besi plat tebal 3 mm	15.000	15.000
41	Besi plat tebal 1.5 cm	50.000	50.000
42	Poros	80.000	80.000
43	Besi batangan	15.000	15.000
Jumlah			4.189.000

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah menyelesaikan proses Proyek Akhir “Pembuatan *Engine Stand* Mesin Diesel KOMATSU *Series 114*” beserta laporannya penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

- Engine stand* diesel KOMATSU *series 114* yang telah dibuat diharapkan dapat digunakan sebagai alat praktikum.
- Mesin diesel KOMATSU *series 114* belum dapat dioperasikan karena masih banyak peralatan yang belum tersedia misal : radiator, knalpot, baterai, dan lain-lain.
- Beban maksimal yang diterima oleh roda 1020,75 kg, sehingga roda belakang menerima beban sebesar 790,88 kg dan roda depan 229,87 kg.
- Hasil yang diperoleh setelah melakukan proses pemasangan *engine stand* mesin diesel KOMATSU *series 114*, panjang total (p)= 3750 mm, lebar (b) = 1000 mm, tinggi (t) = 2173,76 mm
- Penggunaan *engine stand* diesel KOMATSU *series 114* yang mudah dipindahkan sesuai dengan tempat yang diinginkan.

#### 5.2 Saran

Selama proses pembuatan Proyek Akhir yaitu “Pembuatan *Engine Stand* Mesin Diesel KOMATSU *series 114*“, penulis masih memiliki beberapa kendala-kendala baik menyangkut masalah teknis maupun masalah non teknis. Oleh karena itu, penulis memberikan saran sebagai berikut :

- Memperbahurui alat praktikum sesuai dengan perkembangan teknologi.
- Menambahkan peralatan praktikum agar mahasiswa tidak mengantri dalam praktek sehingga waktu praktek lebih efisien.

- c. Memberikan tata tertib penggunaan alat laboratorium agar praktikan dapat bertanggung jawab atas penggunaan alat.
- d. Melakukan pengecekan terhadap tekanan angin pada ban sebelum dipindahkan ke tempat lain.
- e. Melakukan pemasangan *Jack stand* terhadap gardan belakang apabila mesin tidak digunakan/diparkir terlalu lama agar ban tidak mengalami kerusakan.
- f. Melakukan perawatan pada pegas dan suspensi dengan memberi pelumasan secara periodik serta pengecekan terhadap busung-busing karet atau *brons*.
- g. Melakukan pengontrolan oli gardan secara periodik.

