

RANCANG BANGUN RANGKA TRAINER ENGINE CUTTING DOHC MITSUBISHI LANCER

Yudi Tri Saputra

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : yudisaputra@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Mata kuliah mesin bensin pada Prodi D3 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya pada proses pembelajarannya menggunakan *Engine cutting* yang berfungsi untuk membantu dan mempermudah mahasiswa mempelajari suatu *engine*. Berdasarkan pengalaman pembelajaran dan survei lapangan di laboratorium mesin bensin pada Prodi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, dapat disimpulkan proses pembelajaran masih menggunakan media *engine cutting* dengan teknologi mesin lama, yang masih menggunakan sistem OHV (*Overhead valve*) dan menggunakan sistem pengapian dan sistem bahan bakar yang konvensional. Sehingga dirasa kurang untuk meningkatkan pengetahuan tentang perkembangan teknologi yang sudah banyak diterapkan di setiap produsen mobil. Misal seperti sistem pengapian dan supply bahan bakar yang sudah menggunakan sistem ECU (*Electronic Control Unit*). Tujuan dalam tugas akhir ini untuk membuat *engine trainer cutting* baru dengan mesin yang menggunakan teknologi ECU (*Electronic Control Unit*). Rancang bangun ini dilaksanakan di laboratorium mesin bensin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, waktu pengerjaan 2 bulan, untuk uji getas dan gerak menggunakan metode eksperimen. Hasil perancangan didapatkan spesifikasi alat menggunakan besi kanal U65 sebagai penyangga mesin. Dan terwujudnya *trainer engine cutting* Mitsubishi Lancer baru dan dapat membantu mengenal teknologi baru saat ini dalam proses pembelajaran mata kuliah teknologi mesin bensin dan melengkapi fasilitas di laboratorium mesin bensin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Kata kunci: *engine cutting*, mitsubishi lancer, rangka.

Abstract

Gasoline engine courses at D3 Study Program Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Surabaya in the learning process using *Engine cutting* which serves to help and facilitate students learning an engine. Based on the learning experience and field survey in the gasoline engine laboratory at D3 Department of Mechanical Engineering, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Surabaya State University, it can be concluded that the learning process still uses media *engine cutting* with old engine technology, which still uses the OHV system (*Overhead valve*) and use conventional ignition systems and fuel systems. So it is deemed insufficient to increase knowledge about technological developments that have been widely applied in every car manufacturer. For example, such as an ignition system and fuel supply that already uses the ECU (*Electronic Control Unit*) system. The purpose of this thesis is to create a new cutting engine trainer with machines that use ECU (*Electronic Control Unit*) technology. The design was carried out in the gasoline engine laboratory of the Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Surabaya State University, working time of 2 months, to test vibration and motion using the experimental method. The results of the design obtained tool specifications using U65 channel iron as a buffer machine. And the realization of a new Mitsubishi Lancer cutting engine trainer and can help get to know new technology today in the learning process of gasoline engine technology courses and complete facilities in the gasoline engine laboratory of the Department of Mechanical Engineering, Surabaya State University.

Keywords: *engine cutting*, mitsubishi lancer, frame.

PENDAHULUAN

Pada Laboratorium Motor Bensin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya, terdapat berbagai media pembelajaran yang menunjang pembelajaran teori maupun praktikum mulai dari *engine cutting*, *engine trainer* EFI, *engine trainer* konvensional,

dan berbagai trainer lainnya. Saat ini di laboratorium motor bensin sudah tersedia *engine cutting* mesin Toyota 4K yang dimana mesin tersebut menggunakan teknologi karburator sebagai supply bahan bakarnya, menggunakan teknologi platina dalam sistem pengapian dan teknologi OHV (*Overhead Valve*) dalam mekanisme

bukaan katup. Berdasarkan survei lapangan, saran, dan diskusi yang dilakukan bersama dosen pengajar mata kuliah praktik motor bensin Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, teknologi-teknologi tersebut pada era mobil zaman sekarang sudah dinilai kuno, sehingga diperlukannya peremajaan supaya para mahasiswa juga lebih mengenal teknologi mobil sekarang yang semakin berkembang pesat dan semakin canggih.

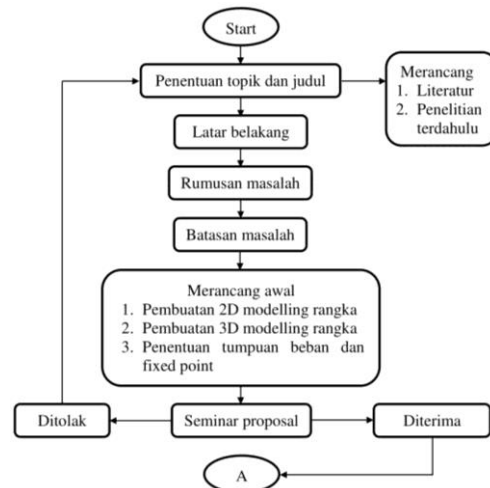
Dari beberapa permasalahan di atas, kami dari mahasiswa D3 teknik mesin berencana mencari solusi dengan cara meremajakan *engine cutting* mesin Toyota kijang 4K tersebut dengan *engine cutting* mesin Mitsubishi Lancer DOHC. Dimana mesin ini sudah menggunakan teknologi injeksi dalam supply bahan bakarnya dan menggunakan ECU sebagai sistem pengapian dan teknologi DOHC (*Double Overhead Camshaft*) dalam mekanisme bukaan katupnya. Dalam pembuatan *engine cutting*, dibutuhkan *engine stand* dan motor penggerak sebagai sumber tenaga gerak. Karena mesin yang digunakan yaitu mesin yang sudah tidak bisa menyala lagi yang dipotong beberapa bagiannya dengan tujuan menampakkan yang tidak tampak di dalam mesin tersebut. Untuk mendapatkan kualitas yang baik dibutuhkan analisa yang tepat agar mesin dapat digunakan sebagaimana fungsinya.

Adapun rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini Untuk menganalisis desain rangka *engine cutting stand* motor bensin Mitsubishi Lancer DOHC yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di laboratorium motor bensin. Untuk menganalisa cara kerja dan fungsi dari desain rangka *engine cutting stand* motor bensin Mitsubishi Lancer DOHC. Untuk menganalisa hasil uji coba rangka *engine cutting stand* motor bensin Mitsubishi Lancer DOHC.

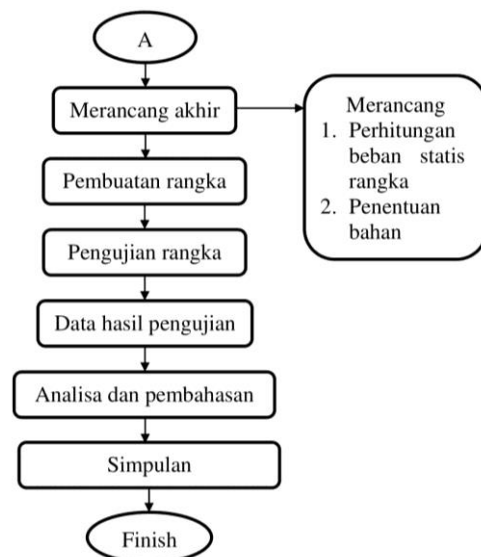
Melihat luasnya masalah yang dapat dibahas, maka penulis membuat batasan hanya pada mendesain rangka *engine cutting stand* motor bensin Mitsubishi Lancer DOHC menggunakan software Autodesk Inventor Professional 2016.

METODE

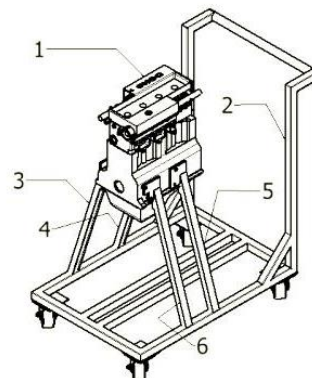
Alur Perancangan dan Pembuatan Alat



Gambar 1. Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat



Gambar 2. Flowchart Perancangan dan Pembuatan Alat



Gambar 3. Desain rangka penyangga trainer *engine cutting*.

Keterangan gambar 3 :

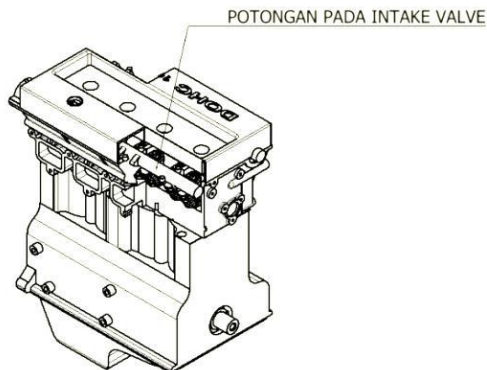
1. *Engine Cutting*
2. Rangka Utama
3. Sanggahan mesin 1
4. Sanggahan mesin 2
5. Sanggahan mesin 3
6. Sanggahan mesin 4

1. Desain *engine cutting*

Pada desain ini, dilakukan pemotongan pada bagian *cylinder head* dan *cover cylinder head* saja. Dimana pemotongan ini bertujuan untuk menampakkan bagian dalam *cylinder head* ketika mesin beroperasi.

a. 3D *Intake Manifold*

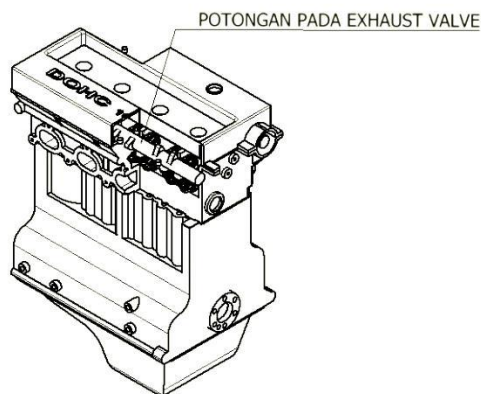
Pemotongan pada *intake manifold* bertujuan untuk menampakkan sistem kerja pada *intake valve* dan lubang injektor tempat bahan bakar minyak (BBM) diinjeksikan ke ruang mesin yang bercampur dengan udara.



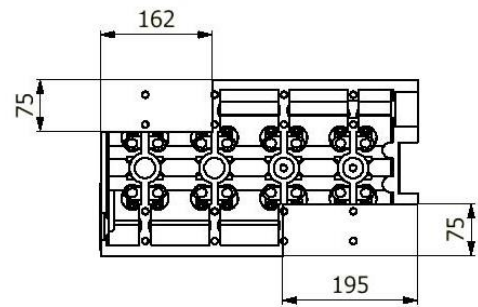
Gambar 4. Potongan *Intake manifold*

b. 3D Exhaust Manifold

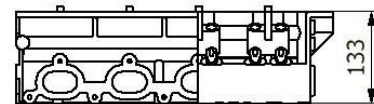
Pemotongan pada *exhaust manifold* bertujuan untuk menampakkan sistem kerja pada *exhaust valve*.



Gambar 5. Rangka Tampak Atas



tampak atas

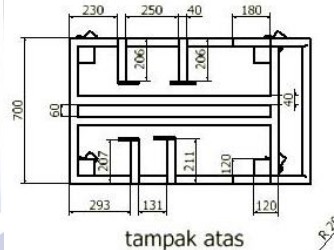


tampak depan

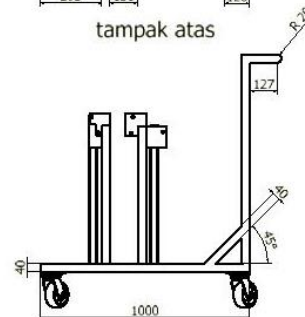
Gambar 6. Potongan *cylinder head*

2. Rangka utama

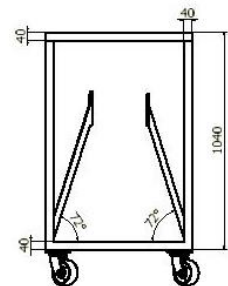
Untuk membuat rangka bawah penyangga dan batang pendorong ini digunakan besi jenis kotak dengan ukuran besi 40x40x2 mm dengan ukuran detail seperti gambar berikut:



tampak atas



tampak depan



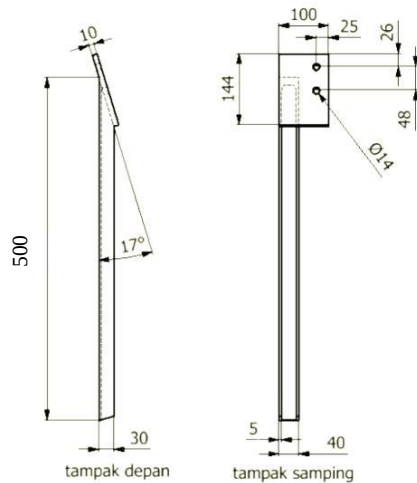
tampak samping
kanan

Gambar 7. Rangka Utama

3. Rangka Penyangga

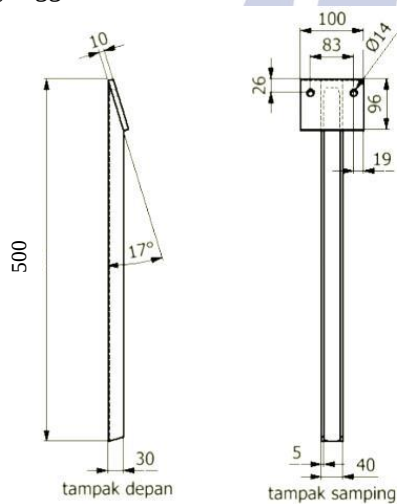
Pada desain rangka ini menggunakan 4 besi penyangga untuk menompang mesin supaya dapat berdiri kokoh rangka penyangga ini menggunakan tipe besi kanal C dengan ukuran besi 40x30x5 mm. Menggunakan ketebalah yang berbeda dengan bagian rangka bawah karena besi penyangga ini yang harus menyangga beban mesin yang berat secara langsung. Berikut detail ukuran dari keempat besi penyangga tersebut.

a. penyangga Mesin 1



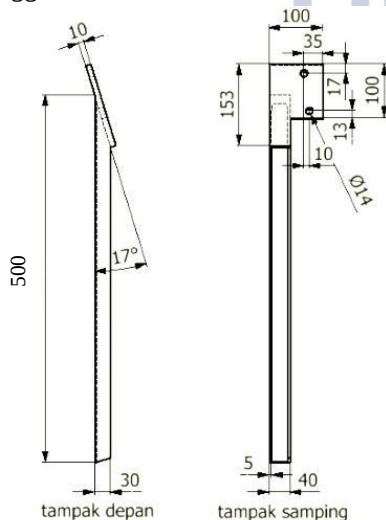
Gambar 8. Penyangga Mesin 1

b. Penyangga Mesin 2



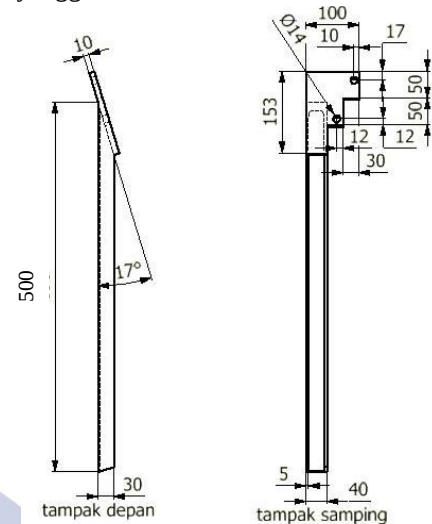
Gambar 9. Penyangga Mesin 2

c. Penyangga Mesin 3



Gambar 10. Penyangga Mesin 3

d. Penyangga Mesin 4



Gambar 10. Penyangga Mesin 4

4. Desain Perhitungan

a. Gaya Yang Bereaksi Pada Pembebanan Utama

Rangka mempunyai empat titik pembebanan dengan panjang lengan penompang yang sama panjang. Maka beban yang ditanggung setiap titik adalah berat mesin dibagi empat, untuk mengetahui besar gaya statis yang bekerja pada setiap lengan dapat diketahui dengan rumus:

$$\tau = F \cdot d \dots\dots\dots (\text{Sularso, 1979})$$

$$\tau = (m \times g) \times d \times \sin \phi$$

$$\tau = (95 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2) \times 0,5 \text{ m} \times \sin 72^\circ$$

$$\tau = 950 \text{ N} \times 0,5 \text{ m} \times 0,95$$

$$\tau = 451,25 \text{ Nm}$$

Gaya tersebut terjadi pada keempat penyangga mesin, sehingga nilai masing-masing penyangga A, B, C dan D adalah 451,25 Nm.

b. Gaya yang bereaksi pada titik A sama dengan titik lainnya yaitu titik B, titik C, dan titik D

$$FaX = \tau \times \cos 90$$

$$FaX = 451,25 \text{ N} \times \cos 90$$

$$FaX = 0 \text{ N}$$

$$FaY = \tau \times \sin 90$$

$$FaY = 451,25 \text{ N} \times \sin 90$$

$$FaY = 451,25 \text{ N}$$

$$Fa \text{ Resultan} = \sqrt{0^2 \text{ N} + 451,25^2 \text{ N}}$$

$$Fa \text{ Resultan} = 451,25 \text{ N}$$

$$FbX = \tau \times \cos 108$$

$$FbX = 451,25 \text{ N} \times (-0,309)$$

$$FbX = -139,436 \text{ N}$$

$$FbY = \tau \times \sin 108$$

$$FbY = 451,25 \text{ N} \times 0,95$$

$$FbY = 428,688 \text{ N}$$

$$Fb Resultan = \sqrt{-139,436^2 N + 428,688^2 N}$$

$$Fb Resultan = \sqrt{19442,398096 N + 183773,401344 N}$$

$$Fb Resultan = \sqrt{203215,79944 N}$$

$$Fb Resultan = 450,795 N$$

- c. Momen yang Terjadi Pada Titik Pembebanan Utama

Momen yang terjadi pada masing-masing keempat titik pembebanan utama adalah:

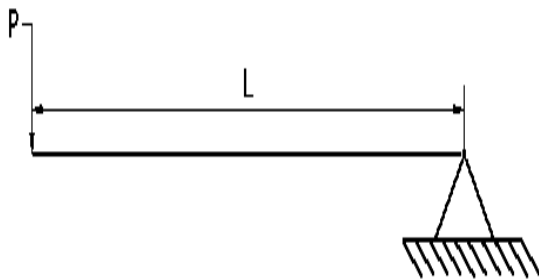
$$T = \tau \times l$$

$$T = 451,25 N \times 0,5 m$$

$$T = 225,625 Nm$$

Karena keempat titik memiliki dimensi yang sama, maka nilai momen yang terjadi pada setiap titik semua sama sebesar 225,625 Nm

- d. Perhitungan Defleksi Akibat Beban yang Diberikan



Gambar 11. Beban terhadap defleksi yang terjadi

Defleksi maksimum (X)

$$X = \frac{PL^3}{3EI}$$

Keterangan :

P = beban (kg)

L = panjang lengan (mm)

E = modulus elastisitas ($100 \times 10^3 N/mm^2$)

I = momen inersia (mm^4)

Defleksi:

$$X = \frac{25 \times 500^3}{3 \times 100 \times 10^3 \times 575} = 0,036 mm$$

Analisis dan Pembahasan Rangka

Dalam perancangan ini memilih besi U50 sebagai bahan pembuatan rangka, namun sebelumnya dilakukan perhitungan dan pengujian kekuatan dengan tegangan geser dari profil besi tersebut. Jika hasil perhitungan dan pengujian kekuatan dengan tegangan geser dari profil besi lebih kecil dari pada tegangan geser maksimum maka besi profil tersebut dapat digunakan.

1. Analisis kekuatan rangka terhadap tegangan geser
Bahan yang digunakan dari rangka adalah besi dengan tegangan tarik $\sigma_b = 55 kgf/mm^2$, maka kekuatan tarik yang diizinkan adalah:

$$\tau_{ba} = \frac{\sigma_b}{sf_1 \times sf_2}, (sf_1 = 6; sf_2 = 2) \dots \dots \dots$$

.....(Sularso,1979)

$$\tau_{ba} = \frac{55}{6 \times 2} = 4,58 kgf/mm^2$$

- a. Tegangan geser izin bahan:

$$\tau_g = 0,8 \times \tau_{ba} = 0,8 \times 4,58 kg/mm^2$$

$$\tau_g = 3,66 kg/mm^2$$

- b. Tegangan geser maksimal:

$$\tau_{max} = \frac{\tau \times \frac{1}{2} H \text{ profil}}{l_x}$$

$$\tau_{max} U50 = \frac{451,25 \times 25}{2640} = 4,27 kg/mm^2 \text{ (jelek)}$$

$$\tau_{max} U65 = \frac{451,25 \times 32,5}{5750} = 2,55 kg/mm^2 \text{ (baik)}$$

$$\tau_{max} U75 = \frac{451,25 \times 37,5}{7550} = 2,24 kg/mm^2 \text{ (baik)}$$

$$\tau_{max} U80 = \frac{451,25 \times 40}{10600} = 1,7 kg/mm^2 \text{ (baik)}$$

Dari hasil perhitungan di atas, diketahui tegangan geser U50 tidak aman, dikarenakan nilai tegangan geser maksimum lebih besar daripada nilai tegangan geser izin, sedangkan untuk U65, U75, dan U80 masih di batas aman, karena nilai tegangan geser maksimum lebih kecil daripada nilai tegangan geser izin dan dianggap layak.

Hasil Uji Alat

Dari hasil pengujian kekuatan rangka yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan menggunakan motor listrik dengan daya 0,5 hp dan gearbox yang dihubungkan menggunakan sabuk v-belt tipe A21. Sabuk v-belt tipe A37 sebagai penghubung antara gearbox dan mesin melalui sebuah pulley yang diletakkan di bagian belakang sebagai pengganti flywheel.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan tidak ada getaran pada rangka maupun sanggahan mesin itu sendiri. Hal itu dapat digambarkan dengan peletakan botol air mineral berisi air. Tidak ada getaran pada air saat mesin diputar menggunakan motor listrik.
3. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan suara sedikit bising yang dihasilkan oleh motor listrik. Namun suara tersebut masih kategori normal, dan tidak terlalu mengganggu untuk digunakan sebagai media pembelajaran dalam kelas.
4. Dari hasil pengujian yang dilakukan, tidak ditemukan gejala pergerakan rangka ketika mesin diputar menggunakan motor listrik. Terutama pada saat motor listrik baru dinyalakan.

PENUTUP

Simpulan

Setelah melihat hasil pembahasan, dan analisa yang telah dilakukan dalam Rancang bangun Trainer Engine Cutting DOHC Mitsubishi Lancer, maka dapat disimpulkan seperti sebagai berikut.

1. Rancang bangun Trainer Engine Cutting DOHC Mitsubishi Lancer Menghasilkan sebagai berikut:
 - a. Menggunakan besi tipe U65 yang gunakan sebagai penyangga.
 - b. Dimensi rangka P=1000mm, L=700mm, tinggi=1000mm. Pemilihan komponen disesuaikan dengan keberadaan komponen yang ada dipasaran dan yang paling mudah didapatkan.
2. Gaya yang bekerja pada rangka hasil redesain seperti sebagai berikut:
 - a. Dengan total berat mesin sebesar 95 kg
 - b. Gaya yang diterima setiap penyangga = 451,25 Nm
 - c. Tegangan geser maksimal pada besi tipe U50 = $4,27 \text{ kg/mm}^2$, tipe U65 $2,55 \text{ kg/mm}^2$, U75 $2,24 \text{ kg/mm}^2$ dan tipe U80 $1,7 \text{ kg/mm}^2 < \text{tegangan geser izin } 3,66 \text{ kg/mm}^2$. Dari hasil tersebut Rangka dinyatakan aman adalah rangka tipe U65, U75 dan U80 karena tegangan geser maksimal lebih kecil dari pada tegangan geser izin.
3. Dari hasil uji kekuatan rangka yang telah dilakukan dihasilkan tidak ada getaran pada mesin maupun rangka saat mesin digerakkan menggunakan motor listrik dan gearbox

Saran

Setelah melakukan rangkaian penyelesaian rancang bangun trainer maka diberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Laporan Tugas Akhir ini dapat dijadikan sebagai referensi mahasiswa/institusi terkait dengan perancangan rangka ataupun pembuatan ulang rangka
2. Trainer ini dapat digunakan sebagai media belajar mesin bensin dalam hal praktikum, kuliah kelas maupun penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Melek Otomotif. 2017. *Mengenal Jenis Chassis Mobil sebagai Kerangka Penopang Kendaraan yang Kerap Digunakan*.(online) (<https://www.melekotomotif.com/auto-guide/mengenal-jenis-chassis-mobil-sebagai-kerangka-penopang-kendaraan-yang-kerap-digunakan/> diakses pada 29 Oktober 2018)
- Metro Tv News. 2017. *Mengenal Sejarah Perkembangan Mobil*. (online) (<http://otomotif.metrotvnews.com/mobil/VnnJWajN-mengenal->

[sejarah perkembangan-mobil](#) diakses pada tanggal 30 Oktober 2018)

- Mobilku. 2015. *Spesifikasi Mitsubishi Lancer GTI* (online) (<https://www.mobilku.org/2015/12/spesifikasi-mitsubishi-lancer-gti.html> diakses pada 19 September 2018)

- Mobilmotornesia. 2016. *Sejarah Mobil Mitsubishi Lancer di Indonesia* (online) (<https://mobilmotornesia.wordpress.com/2016/10/31/sejarah-mobil-mitsubishi-lancer-di-indonesia/> diakses pada 19 September 2018)

- Ngadiyono, Yatin. 2011. *E-book modul pembelajaran Inventor*. Yogyakarta.

- Purwantana, Bambang. 2005. *Handout Kekuatan Bahan* (online) (<http://bambang.purwantana.staff.ugm.ac.id/handout1.htm> diunduh dan diakses pada 19 September 2018)

- SNI. 2006. *Baja Profil Kanal U Proses Canai Panas (Bj P Kanal U)*. (online) (<http://baristandsurabaya.kemenperin.go.id/download/Regulasi/Standard/SNI%2007-0052-2006.pdf> diakses pada tanggal 09 Mei 2019)

- Sularso. 1997. *Perencanaan Elemen mesin II*. Jakarta: Pradya Paramita.

- Tim Penulis. 2004. *Buku Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi Unesa*. Surabaya: Unesa.

- Usman, Syukur. 2016. *Begini Sejarah dan Prestasi Mitsubishi selama 46 tahun di Indonesia* (online) (<https://www.merdeka.com/otomotif/begini-sejarah-dan-prestasi-mitsubishi-selama-46-tahun-di-indonesia.html> diakses pada 29 Oktober 2018)