

**RANCANG BANGUN *ENGINE STAND* UNTUK *OVERHAUL*  
*ENGINE MOBIL***

**SKRIPSI**

**IKRAM MULKARIM**  
**20200110013**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN**  
**SUKABUMI**  
**AGUSTUS 2023**

# **RANCANG BANGUN *ENGINE STAND* UNTUK *OVERHAUL* *ENGINE MOBIL***

## **SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh  
Gelar Sarjana Teknik Mesin*

**IKRAM MULKARIM**

**20200110013**



**FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN  
SUKABUMI  
AGUSTUS 2023**

## **PERNYATAAN PENULIS**

**JUDUL : RANCANG BANGUN *ENGINE STAND* UNTUK *OVERHAUL*  
*ENGINE MOBIL***

**NAMA : IKRAM MULKARIM**

**NIM : 20200110013**

Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.

Sukabumi, 14 Agustus 2023



**IKRAM MULKARIM**

Penulis

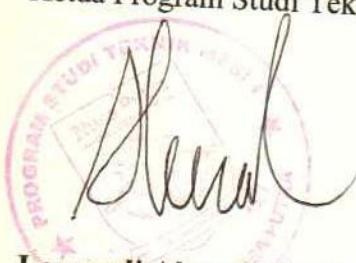
## PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN *ENGINE STAND UNTUK OVERHAUL ENGINE MOBIL*  
NAMA : IKRAM MULKARIM  
NIM : 20200110013

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui.

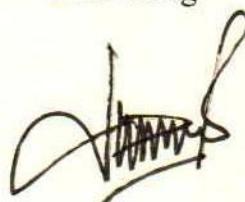
Sukabumi, 14 Agustus 2023

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Lazuardi Akmal Islami, S.Si.,M.Si  
NIDN. 0415039402

Dosen Pembimbing



Dani Mardiyana, S.Pd. MT  
NIDN. 0429038703

## PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : RANCANG BANGUN *ENGINE STAND UNTUK OVERHAUL ENGINE MOBIL*

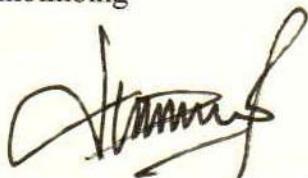
NAMA : IKRAM MULKARIM

NIM : 20200110013

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 14 Agustus 2023 Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Mesin

Sukabumi, 14 Agustus 2023

Pembimbing



Dani Mardiyana, S.Pd. MT  
NIDN. 0429038703

Ketua Penguji



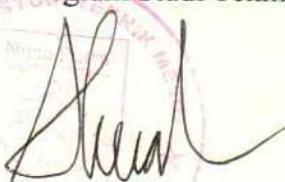
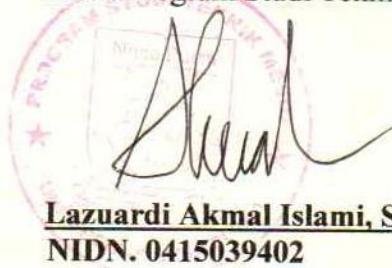
Ir. Fabrobi Fazlur Ridha, B.Eng., M.T  
NIDN: 0406029002

Penguji I



Zaid Sulaiman, M.T  
NIDN. 0410109701

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Lazuardi Akmal Islami, S.Si.,M.Si  
NIDN. 0415039402

Dekan Fakultas Engineering, Computer and Desing (FECD)

Ir. Paikun, S.T.,M.T., IPM., ASEAN.Eng.  
NIDN: 04020374001

## ABSTRAK

*Overhaul* merupakan kegiatan perbaikan yang meningkatkan kinerja mesin, meskipun tidak sampai sebaik kinerja mesin baru, dalam proses *overhaul* ada sebuah alat yang digunakan sebagai dudukan *engine* pada saat *engine* berada diluar kendaraan. *Engine stand* ini mempermudah aksesibilitas untuk melakukan berbagai pekerjaan perbaikan. Terdapat berbagai macam jenis *engine stand*, mulai dari yang sederhana hingga yang canggih, masing-masing. Meskipun bisa banyak memuat mesin, banyak dari mereka tidak memiliki kekuatan maksimal yang cukup untuk menopang mesin berat hingga 180 kg yang praktis digunakan dan dibongkar pasang. Selain itu, banyak *engine stand* memiliki desain yang kurang fleksibel karena bersifat permanen, yang membuat mereka kurang adaptif terhadap berbagai ukuran dan bentuk mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk bisa merancang *engine stand* yang praktis dan mampu menahan beban mesin maksimal 180 kg. *Engine stand* ini juga telah dihitung menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) dengan mendapatkan nilai *safety faktor* dan *displacement* yang sesuai sehingga mampu menahan beban hingga maksimal beban 180 kg. Penelitian ini juga telah diuji dengan beberapa *engine* yang dipasang pada *engine stand* dan dapat menopang *engine* tersebut.

**Kata kunci:** *Engine stand, Overhaul*



## ABSTRACT

*Overhaul is a repair activity that improves engine performance, although not up to the performance of a new engine, in the overhaul process there is a tool that is used as an engine seat when the engine is outside the vehicle. This engine stand facilitates accessibility to carry out various repair work. There are various types of engine stands, ranging from simple to sophisticated, respectively. While they can fit a lot of engines, many of them do not have enough maximum strength to support heavy engines of up to 180kg. In addition, many engine stands have a less flexible design due to their permanent nature, which makes them less adaptive to different engine sizes and shapes. The purpose of this research is to design a practical engine stand that can withstand a maximum engine load of 180 kg. This engine stand has also been calculated using Finite Element Analysis (FEA) by getting the appropriate safety factor and displacement value so that it can withstand loads up to a maximum load of 180 kg. This research has also been tested with several engines installed on the engine stand and can work properly.*

**Keywords:** *Engine stand, Overhaul*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “RANCANG BANGUN *ENGINE STAND UNTUK OVERHAUL ENGINE MOBIL*”.

Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Dr. Kurniawan, S.T.
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Anggy Praditha Junfithrana, M.T.
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi Bapak Lazuardi Akmal Islami, S.Si, M.Si.
4. Dosen Pembimbing Universitas Nusa Putra Sukabumi bapa Dani Mardiyana, S.Pd. MT
5. Ketua Dosen Penguji Bapak Fabrobi Fazlur Ridha, M.T.
6. Para Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi.
7. Orang tua dan keluarga serta istri tercinta dan anak-anak yang telah memberikan cinta, kasih, dukungan, dan do'a restu yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi hingga selesai.
8. Pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi perbaikan. Amin Yaa Rabbal'Alamiin.

Sukabumi, 14 Agustus 2023

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

---

Sebagai civitas akademik Universitas Nusa Putra, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ikram Mulkarim  
NIM : 20200110013  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, dengan ini saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra *Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN ENGINE STAND UNTUK OVERHAUL ENGINE MOBIL

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalty *Non-Ekslusif* ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi  
Pada tanggal : 14 Agustus 2023



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS .....	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN SKRIPSI .....	iv
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1.    Latar Belakang Riset .....	1
1.2.    Rumusan Masalah Riset .....	2
1.3.    Batasan masalah .....	2
1.4.    Tujuan.....	3
1.5.    Manfaat Penelitian.....	3
1.6.    Sistematika Penulisan .....	4
BAB II .....	5
LANDASAN TEORI .....	5
2.1. <i>Overhaul</i> .....	5
2.2.    Perancangan.....	5
2.3. <i>Engine stand overhaul</i> .....	8
2.4. <i>Finite Element Analysis</i> .....	9
2.5.    Mild Steel .....	11
2.6.    Pengujian NDT (Non Destructive Test) .....	12
2.7.    Pengelasan ( <i>welding</i> ).....	13
BAB III.....	15
METODE PENELITIAN .....	15

3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2.	Perancangan desain .....	16
3.3.	Desain <i>Engine stand Overhaul</i> .....	16
3.4.	Material.....	17
3.5.	Pengujian <i>FEA</i> .....	18
3.6.	Pembuatan <i>Engine Stand Overaul</i> .....	21
3.6.1	Pengelasan SMAW .....	21
3.6.2	Pemotongan.....	21
3.6.3	Pengeboran.....	21
3.6.4	Penggunaan alat.....	22
3.7	Pengujian .....	24
BAB IV .....		26
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>26</b>
4.1	Desain Kontruksi <i>Engine stand Overhaul</i> .....	26
4.2.	Dudukan Horizontal .....	28
4.3.	Dudukan Vertikal.....	29
4.4.	Simulasi <i>FEA Static</i> pada Konstruksi <i>Engine Stand Overhaul</i> .....	31
4.4.1.	<i>FEA</i> pada Konstruksi Mekanik pada <i>Engine stand Overhaul</i> .....	32
4.5.	Proses Pembuatan.....	36
4.5.1.	Menentukan bahan .....	36
4.6.	Pengujian .....	39
BAB VI .....		41
<b>PENUTUP .....</b>		<b>41</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel penggunaan alat.....	22
Tabel 3. 2 Berat mesin.....	24
Tabel 4. 1 Daftar bagian-bagian konstruksi <i>engine stand Overhaul</i> .....	27
Tabel 4. 2 Spesifikasi Material <i>Steel Alloy</i> .....	32
Tabel 4. 3 hasil simulasi <i>FEA</i> dengan berat 1235.6 N .....	34
Tabel 4. 4 hasil simulasi <i>FEA</i> dengan berat 1765.1 N .....	34
Tabel 4. 6 Ukuran Komponen <i>Engine stand Overhaul</i> .....	37



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Phases of Design Process .....	6
Gambar 2. 2 Jenis <i>engine stand</i> [4] .....	8
Gambar 2. 3 Contoh <i>FEA</i> pada sebuah rangka dengan hasil nilai <i>displacement</i> ...	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Proses desain konstruksi <i>engine stand Overhaul</i> .....	17
Gambar 3. 3 Titik distribusi pembebanan pada <i>Engine stand Overhaul</i> .....	19
Gambar 3. 4 Tumpuan <i>engine stand Overhaul</i> .....	20
Gambar 3. 12 Spesifikasi Toyota Toyota MR2 Mk.1[15] .....	25
Gambar 4. 1 Dimensi Kontruksi <i>Engine stand Overhaul</i> .....	26
Gambar 4. 2 Bagian-Bagian Konstruksi <i>Engine stand Overhaul</i> .....	27
Gambar 4. 3 <i>Front Leg</i> .....	28
Gambar 4. 4 <i>Cross Member</i> sebagai Dudukan <i>Front Leg</i> .....	29
Gambar 4. 5 <i>Column</i> sebagai penyangga tinggi mesin antara <i>cross member</i> dan <i>engine mounting plate</i> .....	30
Gambar 4. 6 <i>Engine Mounting Plate</i> sebagai pemegang <i>engine</i> .....	30
Gambar 4. 7 <i>Engine Mounting Arm</i> .....	31
Gambar 4. 8 <i>Visual tes FAE</i> dengan masa 126 Kg.....	32
Gambar 4. 9 <i>Visual tes FAE</i> dengan masa 180 Kg.....	33
Gambar 4. 18 Proses Pemotongan.....	38
Gambar 4. 19 Proses Pengelasan.....	39
Gambar 4. 20 Mesin Toyota MR2 Mk.1 .....	40
Gambar 4. 21 Mesin Toyota Kijang 5K.....	40

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Riset

*Engine stand* merupakan perangkat penting dalam proses perawatan dan *overhaul* mesin mobil, *overhaul* merupakan kegiatan perbaikan yang meningkatkan kinerja mesin, meskipun tak sampai sebaik kinerja mesin baru[1]. Dengan memungkinkan mesin mobil dilepas dari kendaraannya, *engine stand* mempermudah aksesibilitas untuk melakukan berbagai pekerjaan perbaikan, manfaat ini sangat penting dalam menjaga kinerja dan umur mesin. Terdapat berbagai macam jenis *engine stand*, mulai dari yang sederhana hingga yang canggih, masing-masing memiliki karakteristik dan kelebihan tertentu.

*Engine stand* yang efektif harus mampu menahan beban mesin dan sekaligus memberikan fleksibilitas untuk memasang berbagai jenis mesin. Fleksibilitas ini memungkinkan teknisi mobil untuk merancang metode perbaikan yang lebih efisien dan mengatasi beragam kendala. Dengan desain yang memungkinkan pemasangan setiap jenis mesin, *engine stand* akan menjadi alat yang serbaguna dan memberikan kemudahan dalam proses perawatan. Namun, *engine stand* yang ada di pasaran saat ini sering kali memiliki keterbatasan. Meskipun bisa memuat mesin, banyak dari mereka tidak memiliki kekuatan maksimal yang cukup untuk menopang mesin berat hingga 180 kg. Selain itu, banyak *engine stand* memiliki desain yang kurang fleksibel karena bersifat permanen, yang membuat mereka kurang adaptif terhadap berbagai ukuran dan bentuk mesin.

Solusi untuk permasalahan ini adalah merancang dan mengembangkan *engine stand* yang kuat dan mampu menahan beban mesin hingga 180 kg. *Engine stand* ini juga harus memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi, sehingga dapat dengan mudah dipasang pada berbagai jenis mesin. Dengan merancang rangka *engine stand* yang dapat dibongkar pasang, teknisi akan lebih mudah mengatur dan menyesuaikan *engine stand* sesuai kebutuhan spesifik. Hal ini akan meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam perawatan mesin mobil. Untuk memastikan

keberhasilan rancangan *engine stand*, langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi *Finite Element Analysis (FEA)*. *FEA* adalah teknik simulasi komputer yang digunakan untuk menganalisis bagaimana sebuah struktur akan berperilaku dalam respons terhadap beban dan gaya tertentu. Tujuan dari simulasi *FEA* untuk rangka *engine stand* adalah untuk memastikan bahwa rancangan tersebut memiliki kekuatan dan stabilitas yang memadai, serta dapat menahan beban mesin sesuai spesifikasi. Setelah *engine stand* selesai dibuat, uji fleksibilitas dan uji *non-destructive testing (NDT)* juga akan dilakukan untuk memastikan bahwa produk akhir memenuhi standar keamanan dan kinerja yang diperlukan.

## 1.2. Rumusan Masalah Riset

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Bagaimana cara merancang *engine stand* yang praktis dan fleksibel?
2. Bagaimana cara mensimulasikan rancangan rangka *engine stand* yang fleksibel dengan *FEA statik*?
3. Bagaimana hasil rancangan *engine stand* apabila diuji dengan *engine* yang memiliki berat maksimal 180 kg?

## 1.3. Batasan masalah

Dalam perancangan dan pembuatan *engine stand* ini saya akan fokus pada beberapa hal, yaitu:

1. Perancangan konstruksi *engine stand overhaul* menggunakan *Software 3D Modeling Autodesk Inventor Profesional*.
2. Analisis kekuatan statik konstruksi *engine stand overhaul* menggunakan metode *Finite Element Analysis* menggunakan software *Autodesk Inventor Stress Analysis*.
3. Pengujian hasil pembuatan *engine stand overhaul* dengan proses NDT memasangkan beberapa jenis *engine* ke rangka *engine stand*.
4. Penggunaan *engine stand overhaul* digunakan hanya untuk mesin kendaraan dengan berat maksimal 180 kg.

### 1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari perancangan dan pembuatan *engine stand overhaul* ini, adalah:

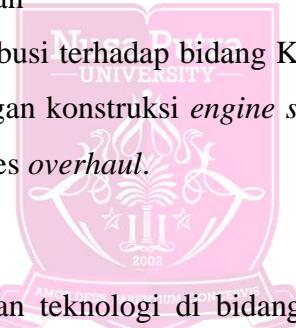
1. Membuat rancangan *engine stand* untuk *overhaul* yang praktis dan fleksibel.
2. Mensimulasi *FEA statik* untuk rancangan *engine stand overhaul* yang fleksibel.
3. Memvalidasi hasil rancangan *engine stand* yang fleksibel dapat menahan berat *engine* maksimal 180 kg.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Terhadap Bidang Keilmuan

Memberikan kontribusi terhadap bidang Keilmuan tentang desain dan analisa mengenai rancangan konstruksi *engine stand Overhaul engine* yang akan digunakan saat proses *overhaul*.



#### 2. Terhadap Lembaga

Menambah keilmuan teknologi di bidang otomotif khususnya pada *engine stand overhaul* dalam upaya meningkatkan kualitas SDM serta lulusan dari perguruan tinggi dapat membantu perkembangan otomotif.

#### 3. Terhadap Bangsa

memberikan sebuah keilmuan mengenai perkembangan pada industry otomotif dan membuktikan bahwa perkembangan otomotif di Indonesia bisa bersaing dengan dengan negara lain.

#### 4. Terhadap Masyarakat

Dapat menyediakan *engine overhaul* yang lebih terjangkau oleh masyarakat dengan spesifikasi yang tidak kalah lebih baik seperti dipasaran.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika dari penyusunan skripsi ini terdiri dari beberapa bagian yang paling utama untuk diketahui yaitu sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tahapan awal penelitian yaitu dimulai dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti dan menjadi acuan konseptual.

### **BAB III PERANCANGAN**

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai perhitungan analitik serta perbaikan yang direkomendasikan.



### **BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses pengujian serta hasil dan analisis hasil pengujian.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat diterapkan dari hasil penelitian ini.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Penelitian ini menghasilkan desain dan analisis *engine stand overhaul* dengan metode *Finit Element Analysis (FEA)* untuk analisis kekuatan dan kontruksinya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari hasil proses perancangan, pengujian sampai pembahasan yang sudah dilakukan. Terdapat beberapa hasil analisis dalam perancangan *Engine stand Overhaul* baik dalam perancangan maupun dalam pembuatan yang sudah dilakukan sebagai berikut:

1. Dari hasil rancangan yang telah dibuat *engine stand* untuk *overhaul* ini berhasil dibuat dengan fleksiibilitas yang baik.
2. Dari rancangan *engine stand overhaul* yang telah dibuat dengan *autodesk inventor* didapatkan hasil analisis *FEA* yang sesuai dengan rancangan.
3. Dari hasil rancangan *engine stand* yang fleksibel dibuat *engine stand* mampu menahan beban dengan maksimal beban 180 kg.

#### **5.2. Saran**

Untuk hasil yang lebih baik untuk penelitian selanjutnya, beberapa saran untuk memperbaiki dan mengembangkan *engine stand overhul* sebagai berikut:

1. Diperlukan pengujian *Finite Element Anlysis* dinamika pada bagian *engine mounting plate* pada bagian yang berputar.
2. Diperlukan pengembangan pada kontruksi pemutar *engine mounting plate* dapat ditambahkan *Gearbox* yang dapat memutarkan mesin dengan lebih mudah dengan hanya memutar tuas *input Gearbox* dan memiliki sudut putar yang lebih banyak.
3. Diperlukan analisis terhadap ketebalan bahan atau bahan jenis lain sehingga dapat menahan masa yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Dioperasikan, K. Sumadi, B. P. Iskandar, dan H. Taroepatjeka, “Optimisasi Overhaul-Penggantian Mesin Reparabel OPTIMISASI OVERHAUL-PENGGANTIAN MESIN REPARABEL YANG DIOPERASIKAN PADA PERIODA PERENCANAAN TERBATAS,” *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*, vol. 7, no. 1, Feb 2014.
- [2] auto 2000, “Mengenal Overhaul Mesin dan Tujuannya,” 2021. <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/overhaul-adalah> (diakses 14 Maret 2023).
- [3] I. R. Pamungkas, B. Sulaksono, M. Munandar, A. Suwandi, dan M. Fathur Fajar, “Perancangan Mesin Tube Notcher Menggunakan Metode G. Pahl dan W. Beitz.”
- [4] ecoursesonline, “INTRODUCTION TO MACHINE DESIGN,” *Machine Design*, 12 September 2014. <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=125510> (diakses 19 September 2023).
- [5] SR GARAGE EQUIPMENT SDN BHD, “jenis engine stand overhaul,” *OVERHAUL ENGINE STAND*, 11 September 2023. <http://srgarage-eq.com.my/overhaul-engine-stand.html> (diakses 19 September 2023).
- [6] Imam Sungkono, Hery Irawan, dan Desmas Arifianto Patriawan, “ANALISIS MATERIAL KONTRUKSI CHASIS MOBIL LISTRIK LAKSAMANA V2 MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTO,” *Analisis Desain Rangka Dan Penggerak Alat Pembulat Adonan Kosmetik Sistem Putaran Eksentrik Menggunakan Solidwork*, hlm. 575–580, 2019.
- [7] Muhlis Adi Nugraha, “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PORTABLE ENGINE STAND,” 2021.
- [8] Muhammad Ainur Rozik, “PERANCANGAN DAN ANALISIS KEKUATAN RANGKA MESIN PENGAYAK PASIR MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR 2019”.
- [9] H. K. Baumeister dan Antonio F. Baldo, “Machine Elements.”
- [10] I. Irwansyah, “Deteksi cacat pada material dengan teknik pengujian tidak merusak,” *Lensa*, vol. 2, no. 48, hlm. 7–13, 2019.
- [11] Irwansyah, “DETEKSI CACAT PADA MATERIAL DENGAN TEKNIK,” *lensa*, vol. 2, 2019.
- [12] I. M. Imam Pujo dan I. J. Sarjito, “ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS SMAW (SHIELDED METAL ARC WELDING) PADA MARINE PLATE ST 42 AKIBAT FAKTOR CACAT POROSITAS DAN INCOMPLETE PENETRATION,” 2008.
- [13] Lasinta Ari Nendra Wibawa, *MERANCANG KOMPONEN ROKET 3D DENGAN AUTODESK INVENTOR PROFESIONAL 2017*. solo: buku katta, 2018. Diakses: 19 September 2023. [Daring]. Tersedia pada: [bukukatta.blogspot.com](http://bukukatta.blogspot.com)
- [14] Lasinta Ari Nendr Wibawa, *SIMULASI KEKUATAN KOMPONEN SARANA PENGUJIAN ROKET*. solo : Buku Katta, 2018. Diakses: 19 September 2023. [Daring]. Tersedia pada: [bukukatta.blogspot.com](http://bukukatta.blogspot.com)

- [15] Arif Marwanto dan Aan Ardian, “PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATA KULIAH METARULGI LAS MELALUI PENELITIAN PENGARUH BENTUK KAMPUH PADA PENGELASAN SMAW BAJA EYSER TERHADAP SIFAT MEKANIK,” *jurnal kajian pendidikan teknik mesin*, vol. 3, hlm. 41–46, 2005.
- [16] khalid, “Berat mesin mobil Berat mesin mobil Toyota,” 1992. Diakses: 19 September 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.scribd.com/document/378410300/Berat-Mesin-Mobil>

