

**ANALISA RANGKA MESIN *INJECTION MOLDING*
DENGAN *SOFTWARE ANSYS WORKBENCH* PADA
MATERIAL ASTM A500**

**SKRIPSI
TEKNIK MESIN
KONSTRUKSI MESIN DAN PERANCANGAN**

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana teknik



Disusun oleh:

DHATUN RIAN SUTANTO

182110054

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2022

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Jakarta, 07 Juli 2022

Dhatun Rian Sutanto



Dhatun Rian Sutanto
Dhatun Rian Sutanto

182110054

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dhatun Rian Sutanto
NPM : 182110054
Program Studi : Teknik Mesin (Perancangan dan Konstruksi)
Judul Skripsi : Analisa Rangka Mesin *Injection Molding* Dengan
Software Ansys Pada Material ASTM A500

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Adhes Gamayel, PhD

Pembimbing 2 : Mohamad Zaenudin, S,Pd.,M.Sc.Eng.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27- Agustus 2022



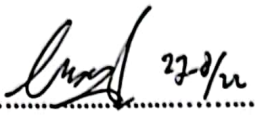
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Dhatun Rian Sutanto
NPM : 182110054
Program Studi : Teknik Mesin (Perancangan dan Konstruksi)
Judul Skripsi : Analisa Rangka Mesin *Injection Molding* Dengan *Software Ansys Workbench* Pada Material ASTM A500


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

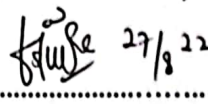
Penguji 1 : Ujiburahman ST., MT.

( 27/8/22)

Penguji 2 : Ayu Nurul Haryudiniarti ST., MT.

( 27/8/22)

Penguji 3 : Sinta Restuasih ST., MT.

( 27/8/22)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Agustus 2022

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Adhes Gamayel, PhD., selaku dosen pembimbing pertama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan seminar proposal ini;
- (2) Mohamad Zaenudin, S.Pd., M.Sc.Eng. selaku dosen pembimbing ke-2 yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan seminar proposal ini;
- (3) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- (4) Sahabat saya Ida Pitriana, A.Md. Pjk, yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 07 Juli 2022



Dhatun Rian Sutanto
NPM. 182110054

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Jakarta Global University, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dhatun Rian Sutanto
NPM : 182110054
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Jakarta Global University **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisa Rangka Mesin *Injection Molding* Dengan *Software Ansys Workbench* Pada Material ASTM A500

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Jakarta Global University berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola 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.

Jakarta, 07 Juli 2022

Yang menyatakan



Dhatun Rian Sutanto
NPM. 182110054

ABSTRAK

Rangka mesin *injeksi molding* merupakan komponen yang sangat penting untuk menopang komponen-komponen mesin yang membebani rangka tersebut. Sehingga perlu dilakukan analisa guna mendapatkan nilai tegangan dan regangan yang ada padanya. Dengan melakukan analisa yang baik dan tepat dapat menunjang keselamatan dan memberikan rasa nyaman saat mengoperasikan mesin tersebut. Dalam melakukan analisa rangka mesin *injeksi molding* ini menggunakan metode analisa dengan menggunakan *software ansys workbench*. Dengan software ansys worbench dapat diketahui besar nilai-nilai tegangan dan regangan yang ada pada mesin tersebut. Pada rangka mesin injeksi ini menggunakan material baja hollo dengan spesifikasi material jenis ASTM A500 dan plate jenis MS, dengan dimensi rangka 100 cm x 550 cm x 380 cm, dengan beban total yang dikenai pada rangka sebesar 365.591 N. Teknik analisa yang digunakan ialah dengan menggunakan analisis statis pada 3 model struktur yang kemudian didapatkan perbandingan nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada struktur tersebut. Hasil dari penelitian ini ialah masing-masing model rangka yang dianalisis mampu menerima beban yang dibebankan pada rangka tersebut.

Kata kunci: struktur ,deformasi, tegangan, *ansysworkbench*

ABSTRACT

The injection molding machine frame is a very important component to support the machine components that weigh on the frame. So it is necessary to analyze in order to obtain the stress and strain values that exist in it. By doing a good and precise analysis can support safety and provide a sense of comfort when operating the machine. In analyzing the framework of this injection molding machine using an analysis method using ansys workbench software. With ansys workbench software, it can be seen the values of stress and strain that exist in the machine. In the frame of this injection machine using hollow steel material with material specifications of ASTM A500 type and MS type plate, with frame dimensions of 100 cm x 550 cm x 380 cm, with a total load imposed on the frame of 365,591 N. The analysis technique used is by using Static analysis on 3 structural models which then obtained a comparison of the stress and strain values that occur in the structure. The result of this research is that each frame model analyzed is able to accept the load imposed on the frame.

Keywords: *structure, deformation, stress, ansys workbench*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.2 Rangka	5
2.3. Klasifikasi Rangka.....	5
2.3.1 Profil dan Dimensi Kerangka	6
2.4 Tegangan Dan Analisa Gaya	6
2.5 Tegangan Bending.....	8

2.6 Tegangan Geser	8
2.7 Tegangan Ijin	9
2.8 Tegangan Tekan.....	9
2.9 Keseimbangan Benda Tegar	9
2.10. Momen Inersia	10
2.10.1 Momen Inersia pada Batang Tipis.....	10
2.10.2 Momen Inersia Pada Silinder Pejal.....	11
2.10.3 Momen Inersia Pada Silinder Berongga	11
2.11 Tumpuan dan Reaksi Tumpuan.....	11
2.12 Metode Elemen Hingga	13
2.13 Faktor Keamanan (Safety Factor).....	15
2.14 Material Properties.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Diagram Alir Perancangan.....	19
3.2 Lokasi & Obyek Penelitian.....	20
3.3 Jenis Penelitian	20
3.3.1 Variable Penelitian.....	20
3.3.2 Variable Bebas.....	20
3.3.3 Variabel Terikat.....	20
3.4 Gambar Rancangan.....	21
3.5 Analisa (<i>Finite Element Analysis</i>)	26
3.5.1 <i>Engineering Data</i>	26
3.5.2 <i>Meshing</i>	26
3.5.3 <i>Material Properies</i>	28
3.5.4 <i>Static Structural (A5)</i>	29
3.5.5 <i>Solution (A6)</i>	30

3.6 Rancangan Rangka Mesin <i>Injection Molding</i>	30
3.7 Alat dan Bahan.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Analisa dengan <i>Software ANSYS Workbench</i>	34
4.1.1 Analisa Desain Model 1.....	34
4.1.2 Analisa Desain Modifikasi Rangka Model 2.....	36
4.1.3 Analisa Desain Modifikasi Rangka Model 3.....	38
4.3 Simulasi Static Structural.....	43
4.4 Pembahasan Hasil Simulasi.....	46
4.5 Biaya Proses Produksi	48
4.5.1 Waktu Pengeboran Lubang.....	48
4.5.2 Waktu Pengelasan Bagian-Bagian Rangka.....	49
4.5.3 Waktu Pengerindaan dan Pengecatan.....	50
4.5.3 Waktu Proses Perakitan	51
4.5.4 Biaya Komponen Mesin dan Material.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penampang Baja Profil Hollo (Macdonald,2002).....	6
Gambar 2. 2 Bidang Kerja Gaya Normal (Hendriyanto, M. S. , 2015).....	7
Gambar 2. 3 Moment Bending (Hendriyanto, M. S. , 2015).....	8
Gambar 2. 4 Balok Diberi Tegangan Geser (Hendriyanto, M. S. , 2015).....	9
Gambar 2. 5 Gaya Tekan Aksial (Hendriyanto, M. S. , 2015).....	9
Gambar 2. 6 Inersia Batang (Hendriyanto, M. S. , 2015).....	10
Gambar 2. 7 Inersia Pada Silinder Pejal (Hendriyanto, M. S. , 2015)	11
Gambar 2. 8 Inersia Pada Silinder Berongga (Hendriyanto, M. S. , 2015).....	11
Gambar 2. 9 Logo Software ANSYS WORKBENCH (<i>Software Ansys</i>).....	14
Gambar 3. 1 Gambar kerja rangka mesin injeksion molding (Dokumentasi Pribadi)	21
Gambar 3. 2 Plat MS Base Plate (Dokumentasi Pribadi).....	22
Gambar 3. 3 Plate MS Cylinder Holder (Dokumentasi Pribadi).....	23
Gambar 3. 4 Plat Ms tempat barrel slide (Dokumentasi Pribadi).....	23
Gambar 3. 5 Barrel Holder (Dokumentasi Pribadi).....	24
Gambar 3. 6 Componen Stopper (Dokumentasi Pribadi).....	25
Gambar 3. 7 Engineering Data (Software Ansys)	26
Gambar 3. 8 Mesh Rangka (a) Model 1 (b) Model 2 (C) Model 3 (Software Ansys)	28
Gambar 3. 9 Pemilihan material (<i>Software Ansys</i>)	29
Gambar 3. 10 Fix Support (Software Ansys)	29
Gambar 3. 11 <i>Solution (A6)</i> (<i>Software Ansys</i>).....	30
Gambar 3. 12 (a) Model 1 (b) Model 2.....	31
Gambar 4. 1 Data <i>Input Material Properties</i> (<i>Software Ansys</i>).....	34
Gambar 4. 2 <i>Force</i> Pada Rangka No 3 (<i>Software Ansys</i>).....	35
Gambar 4. 3 <i>Force</i> Pada Plat Rangka No 4 (<i>Software Ansys</i>).....	35
Gambar 4. 4 Hasil <i>Equivalent Stress</i> (<i>Software Ansys</i>).....	36
Gambar 4. 5 Hasil <i>Total Deformation</i> (<i>Software Ansys</i>).....	36
Gambar 4. 6 <i>Force</i> Pada Plate Model 2 (Software Ansys).....	37
Gambar 4. 7 <i>Force</i> Pada Plate Model 2 bagian alas (Software Ansys).....	37

Gambar 4. 8 Hasil <i>Equivalent Stress</i> Rangka Model 2 (Software Ansys)	38
Gambar 4. 9 Hasil <i>Total Deformation</i> Rangka Model 2 (Software Ansys)	38
Gambar 4. 10 <i>Force</i> Pada Rangka No 3 Model 3 (Software Ansys)	39
Gambar 4. 11 <i>Force</i> Pada Plate Model 3 (Software Ansys)	39
Gambar 4. 12 Hasil <i>Equivalent Stress</i> Rangka Model 3 (Software Ansys)	40
Gambar 4. 13 Hasil <i>Total Deformation</i> Rangka Model 3 (Software Ansys)	40
Gambar 4. 14 Grafik <i>Deformation</i> Model 1 (Software Ansys)	41
Gambar 4. 15 Grafik <i>Deformation</i> Model 2 (Software Ansys)	41
Gambar 4. 16 Grafik <i>Deformation</i> Model 3 (Software Ansys)	42
Gambar 4. 17 Hasil Simulasi <i>equivalent stress</i> (a) Model 1 (b) Model 2.....	44
Gambar 4. 18 Hasil Simulasi <i>Total Deformation</i> (a) Model 1 (b) Model 2	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Tumpuan dan Reaksinya (Hendriyanto, M. S. , 2015).....	12
Tabel 2. 2 Harga Faktor Keamanan Beberapa Material	16
Tabel 2. 3 Tabel Material Properties ASTM A500	18
Tabel 2. 4 Spesifikasi ASTM A500 Steel (Dokumentasi Pribadi).....	18
Tabel 3. 1 Jumlah Element/Node Model Mesh Rangka (Dokumentasi Pribadi)...	28
Tabel 3. 2 Rancangan Hasil Simulasi (Dokumentasi Pribadi).....	31
Tabel 3. 3 Rancangan Grafik Tegangan – Regangan Maksimum (Dokumentasi Pribadi).....	32
Tabel 3. 4 Alat dan Bahan (Dokumentasi Pribadi).....	32
Tabel 3. 5 Nama Part Dan Beban Yang Ditanggung Oleh Rangka Secara Statis (Dokumentasi Pribadi).....	33
Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Static Structural (Dokumentasi Pribadi)	40
Tabel 4. 2 Hasil simulasi semua model rangka (Dokumentasi Pribadi).....	47
Tabel 4. 3 Total biaya pembuatan mesin Injeksion molding tipe vertikal (Dokumentasi Pribadi).....	47
Tabel 4. 4 Tabel Max Equivalent (Von- Mises) stress (Mpa) (Dokumentasi Pribadi)	47
Tabel 4. 5 Tabel Total Deformation (mm) (Dokumentasi Pribadi).....	48
Tabel 4. 6 Tabel keperluan material Model 1 (Dokumentasi Pribadi)	49
Tabel 4. 7 waktu pengelasan masing-masing model (Dokumentasi Pribadi).....	50
Tabel 4. 8 waktu proses pengecatan (Dokumentasi Pribadi).....	51
Tabel 4. 9 Waktu Proses Perakitan (Dokumentasi Pribadi).....	51
Tabel 4. 10 Tabel Biaya Proses Produksi Model 1,2,3 (Dokumentasi Pribadi)	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mesin injeksion molding merupakan alat yang digunakan untuk mencetak atau membuat spesimen menggunakan bahan utama yaitu jenis material plastik. Agar didapatkan nilai tegangan dan regangan pada rangka mesin injeksion molding tersebut perlu dilakukan pengujian struktur, oleh karena itu pengujian dilakukan menggunakan *software ansys workbench* yang mampu menganalisa struktur rangka tersebut *mesin injeksion* tersebut. Selain Kekuatan dan kekakuan material masih terdapat faktor lainnya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur, namun kekuatan material sama pentingnya dengan sifat material lainnya seperti kekerasan, ketangguhan, yang merupakan kriteria penetapan pemilihan bahan (Sofyan, 2019).

Rangka batang sendiri ialah suatu kontruksiyang disusun oleh beberapa batang yang disusun dan di sambungkan satu dengan yang lainnya guna membentuk struktur yang kuat dan kokoh. Rangka dibuat atau disusun menurut fungsi dan pengaplikasiannya sesuai dengan bidang yang akan dibuat, namun kekuatan material sama pentingnya dengan sifat material lainnya seperti kekerasan, ketangguhan, yang merupakan kriteria penetapan pemilihan bahan (Chen, Chen, & Lin, 2018). Secara umum material baja atau baja profil digunakan untuk semua kontruksi baik kontruksi besar ataupun kontruksi sekala menengah ke bawah. Untuk mendapatkan rangka yang kuat dan kokoh dan menunjang kekakuan sebuah struktur secara vertikal dapat dilakukan dengan menambahkan elemen struktur diagonal (*bresing*).

Dengan menggunakan metode ini dapat meningkatkan kekuatan struktur yang secara otomatis mengurangi pengaruh gaya leteral. Sehingga beban atau resiko geser pada struktur rangka menjadi berkurang. *Bresing* mampu menahan deformasi yang terjadi akibat dari adanya beban dari komponen mesin yang membebani struktur tersebut. Dengan menggunakan metode *bresing*, maka tingkat daktilitas struktur dapat berubah menjadi lebih baik dibandingkan tanpa menggunakan *bresing*.

Pada konstruksi mesin yang menggunakan material dari besi batang biasanya pemilihan penyambungan komponen konstruksi tersebut menggunakan metode pengelasan, paku keling atau dengan menggunakan baut. Sambungan tersebut termasuk ke dalam sambungan simpul. Dengan menggunakan metode penyambungan tersebut tentu menimbulkan gaya, diantara gaya yang terjadi pada struktur tersebut adalah gaya aksial. Hal ini terjadi karena adanya gaya-gaya yang membebani pada simpul, akibat pembebanan yang terjadi pada simpul, konstruksi sebuah rangka mengalami atau menerima gaya normal yang terjadi pada batang yang bersifat desak atau tarik. Untuk itu penulis pada penelitian ini akan membahas deformasi dan equivalent (Von- Mises) stress yang terjadi pada rangka dengan 3 model. Deformasi merupakan perubahan bentuk akibat eksternal benda seperti panas atau gaya tekan atau tarik (Utomo, 2019).

Kekuatan material struktur dapat dihitung dan disimulasikan melalui percobaan uji tarik dengan menggunakan pendekatan numerik (Hidajat & Lulus, 2005). Penulis menggunakan software ANSYS WORKBENCH 2022 R1 agar di dapatkan perhitungan nilai-nilai kritis pada struktur yang akan di bangun.

1.2. Rumusan Masalah

Seberapa besar kemampuan rangka dalam menahan beban komponen mesin *injection* jika diberikan beban ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui besarnya nilai deformasi pada rangka mesin *injection molding* dengan beban 365.591 N.
2. Untuk mengetahui berapa besar nilai tegangan *equivalent (Von-Mises) stress* pada rangka mesin *injection molding* dengan beban 365.591 N.

1.4. Manfaat Penelitian

Penulisan Skripsi ini diharapkan dapat memberikan/mendukung kepada tim lain yang akan melakukan pengujian struktur pada rangka mesin *injection molding*, diantaranya adalah

1. Dapat mengetahui nilai regangan yang di bebaskan pada rangka mesin *injection molding*.
2. Mengetahui besar nilai tegangan kritis pada mesin *injection molding*.

3. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian berikutnya dengan tema yang sama.

1.5. Batasan Masalah

Dalam hal ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut

1. Perencanaan alat meliputi pemilihan material dari bagian-bagian alat
2. Perencanaan komponen alat serta pembuatannya yang meliputi langkah kerja pembuatan alat, waktu permesinan dan biaya produksi.
3. Pengujian alat hanya dilakukan secara simulasi.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan Skripsi ini terdiri dari :

Bagian awal yaitu sampul, judul, pengesahan dosen pembimbing, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel.

1. Bab I Pendahuluan berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan.
2. Bab II Kajian Pustaka berisikan tentang dasar – dasar teori penelitian, komponen – komponen yang digunakan dalam penelitian, kegunaan dan karakteristik bagian – bagian komponen tersebut.
3. Bab III Metode Perancangan berisikan tentang proses perancangan dan persiapan analisa rangka mesin *injection molding*, alat dan bahan yang digunakan dan skema penelitian.
4. Bab IV Hasil dan Pembahasan berisikan hasil dari pembuatan, perakitan, dan pengujian secara simulasi menggunakan *software ANSYS WORKBENCH*.
5. Bab V Kesimpulan dan Saran yaitu tentang kesimpulan dari hasil pengujian, perhitungan dan memberikan saran untuk menunjang agar penelitian ini dapat dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugroho, C. B. (2015). Analisa Kekuatan Rangka Pada Traktor. *Jurnal Integrasi*, 7(2), 104-107.
- Rozik, M. A. (2020). *PERANCANGAN DAN ANALISIS KEKUATAN RANGKA MESIN PENGAYAK PASIR MENGGUNAKAN AUTODESK INVENTOR 2019* (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Sianturi, I. (2021). *Analisis System Kendali Mesin Ijection Moulding Haida Hdx-328 Untuk Produksi Preform 65 Gr* (Doctoral dissertation, UMSU).
- Steindler, A., KULOWSKI, J., & FREUND, E. (1935). Congenital dislocation of the hip: Statistical analysis. *Journal of the American Medical Association*, 104(4), 302-307.
- Tedja, A. B., & Daryanto, B. W. (2012). Analisa Tegangan dan Deformed Shape Pada Rangka Sepeda Fixie. *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1-5.
- Hendriyanto, M. S. (2015). Analisa Struktur Rangka Mesin 3 In 1 Pembuat Kerupuk Sermier Dengan Menggunakan Software Ansys Workbench 14.0 (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Tauchid, R. (2021). *ANALISA KEKUATAN STRUKTUR PENYANGGA TANGKI SILO MENGGUNAKAN ANSYS* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Malang).
- Sofyan, A., Glusevic, J., Zulfikar, A. J., & Umroh, B. (2019). Analisis Kekuatan Struktur Rangka Mesin Pengering Bawang Menggunakan Perangkat Lunak Ansys Apdl 15.0. *Journal of mechanical engineering manufactures materials and energy*, 3(1), 20-28.
- Harahap, A. (2020). Simulasi Pembebanan Pada Shackle Menggunakan Perangkat Lunak Ansys APDL 15.0. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 4(1), 74-84.

- Putra, T. S. (2019). Rancang Bangun dan Analisa Sasis Truk dengan menggunakan Metode Elemen Hingga menggunakan Perangkat Lunak Ansys (Doctoral dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Ariyansah, R., & Gamayel, A. (2021). ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR RANGKA PEMBANGKIT LISTRIK SEPEDA STATIS MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ANSYS WORKBENCH. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 11(1), 20-25.
- Firdaus, K., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2020). Analisis Perbandingan Tegangan Statik Material Galvanized Steel Dengan Material Aluminium Alloys 7076-T6 (Sn) Pada Frame Ganesha Scooter Underwater (GSU) Menggunakan Software Solidworks. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 8(1), 20-27.
- RISHAD ANTONY, P. R. A. T. A. M. A. (2014). ANALISA STRUKTUR RANGKA ATAS DAN BAWAH PADA MESIN PENCETAK PELET IKAN DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ANSYS 12.1 (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Zhou, X. Y., Lvov, S. N., Wei, X. J., Benning, L. G., & Macdonald, D. D. (2002). Quantitative evaluation of general corrosion of type 304 stainless steel in subcritical and supercritical aqueous solutions via electrochemical noise analysis. *Corrosion Science*, 44(4), 841-860.