

JURNAL

PERANCANGAN BENDING DAN POTONG PELAT

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



Oleh:

SANDY PRATAMA
20160023

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

2024

HALAMAN PENGESAHAN
JURNAL
PERANCANGAN BENDING DAN POTONG PELAT

Oleh :

SANDY PRATAMA
20160023

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing I


Ir. Rudi Kurniawan Arief S.T.,M.T. Ph.d
NIDN : 1023068103


Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat



DR. Eng. Ir. Masril, S.T., M.T
NIDN : 1005057407

Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Ir. Rudi Kurniawan Arief S.T.,M.T. Ph.d
NIDN : 1023068103

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Sandy Pratama
Tempat dan Tanggal Lahir : Bukittinggi, 18 Januari 2001
NIM : 20160023
Judul Skripsi : Perancangan Bending Dan Potong Pelat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 29 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Sandy Pratama

20160023

PERANCANGAN BENDING DAN POTONG PELAT

Sandy Pratama^a, Rudi Kurniawan Arief^b

^a Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
Jl. Bypass, Aur Kuning, Kec. Guguk Panjang, Kota Bukittinggi
0823-8492-9103/Fax. 482274
e-mail: sandypratama1801@gmail.com, rudikarief@umsb.ac.id

Abstracts

Currently the world is focusing on automation and revolution, manufacturing is the main branch of the industrial revolution because it allows the use of machines that make daily human work easier. One of them is to design a plate bending and cutting machine where this machine is operated by a hydraulic system. In the traditional method, bending and cutting of plates is done with human labor such as bending knives and plate cutters, so the time used is inefficient and the resulting products are not guaranteed quality. This design uses solidworks software. Solidworks is a design program that is widely used to work on product design, machine design, mold design, construction design, and for other purposes. In accordance with the design to be made, Solidworks is equipped with tools used to calculate and analyze design results such as stress, strain, and the influence of temperature, wind and others. The development of CAD makes these calculations easier. Simulation of stress on a design is easily calculated both stress, deformation to the strength that can be given by a design can be quickly known.

Keywords: machine bending; design; hydraulic system; solidworks; analyze

Abstrak

Saat ini dunia sedang berfokus pada otomatisasi dan revolusi, manufaktur merupakan cabang utama dari revolusi industri karena memungkinkan penggunaan mesin-mesin yang mempermudah pekerjaan manusia sehari-hari. Salah satunya adalah dengan merancang mesin penekuk dan pemotong plat dimana mesin ini dioperasikan dengan sistem hidrolik. Pada cara tradisional, penekukan dan pemotongan plat dilakukan dengan tenaga manusia seperti pisau penekuk dan pemotong plat, sehingga waktu yang digunakan tidak efisien dan produk yang dihasilkan tidak terjamin kualitasnya. Perancangan ini menggunakan software solidworks. Solidworks merupakan program desain yang banyak digunakan untuk mengerjakan desain produk, desain mesin, desain cetakan, desain konstruksi, dan untuk keperluan lainnya. Sesuai dengan desain yang akan dibuat, Solidworks dilengkapi dengan tools yang digunakan untuk menghitung dan menganalisa hasil desain seperti tegangan, regangan, dan pengaruh temperatur, angin dan lain-lain. Perkembangan CAD membuat perhitungan-perhitungan tersebut menjadi lebih mudah. Simulasi tegangan pada suatu desain dengan mudah dihitung baik tegangan, deformasi hingga kekuatan yang dapat diberikan oleh suatu desain dapat dengan cepat diketahui.

Kata Kunci : mesin bending; desain; sistem hidrolik; solidworks; analisis

1. Pendahuluan

Saat ini dunia sedang fokus pada otomatisasi dan revolusi, manufaktur adalah cabang utama dari revolusi industri karena memungkinkan penggunaan mesin yang membuat pekerjaan manusia sehari-hari menjadi lebih mudah [1]. Salah satunya adalah dengan merancang mesin bending dan potong pelat dimana mesin ini dioperasikan dengan sistem hidrolik [2]. Dalam metode tradisional, penekukan dan pemotongan pelat dilakukan dengan tenaga manusia seperti pisau penekuk dan pemotong pelat, sehingga waktu yang digunakan tidak efisien dan produk yang dihasilkan pun kurang terjamin kualitasnya. Dengan adanya alternatif mesin bending dan potong pelat tidak hanya menawarkan keefektifitasan tetapi juga lebih hemat daya dibandingkan tenaga manusia [2].

Dalam perancangan ini penulis menggunakan mesin dengan sistem hidrolik, mesin bending dan potong pelat dengan menggunakan sistem hidrolik adalah mesin yang memanfaatkan tekanan yang diberikan pada cairan untuk menghancurkan, meluruskan, atau membentuk dan untuk sebagai penghasil energi pada mesin bending dan potong pelat yaitu dengan menggunakan dinamo, dimana energi yang dihasilkan dinamo digunakan untuk mengoperasikan mesin [3][4]. Alasan digunakannya sistem hidrolik dibandingkan sistem lainnya karena dapat dibuat untuk kapasitas yang besar [5]. Mesin yang menggunakan sistem hidrolik bekerja berdasarkan prinsip pascal yang menyatakan bahwa ketika tekanan diberikan pada fluida dalam sistem tertutup, maka tekanan seluruh sistem tetap [6].

Sebagai alternatif untuk meningkatkan efektivitas dalam penekukan dan pemotongan plat penting untuk merancang dan mengembangkan alat dan mesin fabrikasi dalam waktu singkat dengan kualitas tinggi dan biaya minimum [7]. Solidworks adalah perangkat lunak CAD yang banyak digunakan oleh organisasi industri dan organisasi pendidikan dengan kemampuan mengubah desain 2D menjadi desain 3D, menilai toleransi perakitan, kinematika, kekuatan struktural, dan evaluasi manufaktur. Fitur solidworks lebih mudah digunakan dibandingkan aplikasi CAD lainnya untuk mengembangkan desain sederhana hingga rumit [8][9]. Dalam perancangan mesin bending dan potong pelat penulis menggunakan perangkat lunak solidworks yang dianggap memenuhi, khususnya dalam perancangan dan pembuatan sistem multifungsi yang kompleks berdasarkan perancangan yang akan direncanakan [10]. Software solidworks mengetahui sifat mekanik dan perilaku statisnya melalui berbagai analisis nilai tegangan (*strees*), nilai *displacement* dan *safety factor* pada rangka apakah nilai analisis rangka bending dan potong pelat melebihi batas *yield strength* dan aman untuk digunakan atau sebaliknya [11][12]. Hal ini penting karena data tersebut berguna untuk perbaikan desain lebih lanjut dan mengarah pada efektivitas biaya [13]. Metode analisis yang digunakan adalah metode statis, metode ini merupakan model untuk mengetahui kemampuan struktur suatu bagian dengan material tertentu [14]. Kekuatan material struktur dapat dihitung dan disimulasikan melalui percobaan uji tarik dengan menggunakan pendekatan numerik menggunakan software solidworks dan berguna untuk mengetahui mesin bending dan potong pelat sesuai dengan kebutuhan sehingga mampu memaksimalkan efisiensi mesin yang dirancang dan kegagalan dan biaya produksi yang tinggi [15].

Mesin kombinasi bending dan potong pelat yang dirancang menggunakan penggerak silinder hidrolik dimana elemen utama pada mesin berperan penting dalam mewujudkan akurasi pembentukan [16]. Simulasi elemen telah banyak digunakan dalam desain, analisis, dan optimalisasi mesin bending dan potong pelat. Mesin ini melakukan proses penekukan dan pemotongan dengan tekanan kerja tertentu maka terjadi tegangan pada rangka mesin. Agar rangka mesin tidak mengalami deformasi plastis, maka tekanan kerja yang diberikan tidak boleh menyebabkan tegangan maksimum. Tegangan kerja maksimum belum dapat ditentukan karena kinerja mesin tidak diketahui, seperti ketebalan pelat, jenis bahan pelat, dan tekanan yang diperlukan untuk menekuk dan memotong pelat [17]. Pemanfaatan pelat sebagai benda kerja mesin bending dan potong pelat karena sifat-sifatnya seperti ringan, ekonomis, kemampuannya menahan beban berat dan kemampuan untuk menyesuaikan sifat-sifat struktural. Pelat digunakan untuk konstruksi struktur dan aplikasi industri lainnya, seperti fabrikasi produksi

pekakas, engsel, mobil, dan lain-lain. Pelat diklasifikasikan berdasarkan sifat deformasi dan sifat material: pelat ortotropik, anisotropik dan lain-lain, dan berdasarkan bentuk: plat persegi panjang, segitiga, lingkaran, dan lain-lain [18][19]. Pisau pemotong dengan *die* dan *punch* adalah salah satu komponen utama yang menekuk dan memotong pelat. Umumnya terbuat dari baja karbon tinggi karena terdapat hambatan besar pada lembaran pelat yang akan ditebuk atau dipotong [20].

Berdasarkan uraian diatas, untuk mengatasi masalah tersebut penulis merancang mesin tekuk dan potong plat yang diberi judul "Perancangan Bending dan Potong Plat" bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan efektivitas pekerjaan proses bending plat pada industri kecil menengah. Sehingga bisa ditarik rumusan masalah berdasarkan identifikasi yaitu:

- Bagaimana rancang bangun mesin bending dan potong pelat menggunakan *software solidworks* ?
- Bagaimana analisa perancangan bending dan potong plat menggunakan simulasi *strees analisis, displacement, factor of safety* ?

Batasan masalahnya yaitu perancangan mesin bending dan potong pelat hanya menggunakan *software solidworks* sehingga didapatkan hasil simulasi *strees analisis, displacement, factor of safety*.

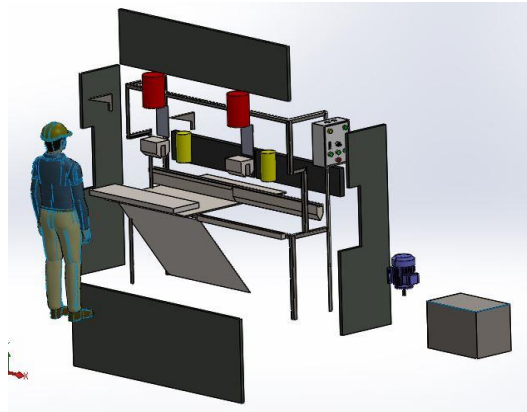
2. Metodologi

2.1. Pembuatan Rancangan

Perancangan ini menggunakan *software solidworks*. Solidworks merupakan program desain yang banyak digunakan untuk mengerjakan desain produk, desain mesin, desain cetakan, desain konstruksi, dan untuk keperluan lainnya. Sesuai dengan desain yang akan dibuat, solidworks dilengkapi dengan tools yang digunakan untuk menghitung dan menganalisa hasil desain seperti tegangan, regangan, dan pengaruh temperatur, angin dan lain-lain. Perkembangan CAD membuat perhitungan-perhitungan tersebut menjadi lebih mudah. Simulasi tegangan pada suatu desain dengan mudah dihitung baik tegangan, deformasi hingga kekuatan yang dapat diberikan oleh suatu desain dapat dengan cepat diketahui. [21].

Langkah-langkah dalam merancang mesin bending dan potong pelat menggunakan solidworks:

1. Pembuatan *frame* dengan metode *weldment* menggunakan iron angle 35x35x5mm.
2. Membuat sketsa *frame* terlebih dahulu.
3. Membuat sketsa *frame* terlebih dahulu dengan *sketch line* saja, gunakan *weldment* untuk menjadikan struktur.
4. Selanjutnya membuat *sketch* plat dengan *thicknes* 20mm untuk posisi penempatan kiri dan kanan body mesin bending (kiri dan kanan sama).
5. Membuat batang pegangan pisau bending dengan *length* 1045mm..
6. Membuat mata pisau bending, dengan *length* 1060mm
7. Membuat mata pisau potong dengan *length* 1060mm.
8. Membuat batang pegangan pisau potong dengan *length* 1060mm.
9. Membuat tabung hidrolik.
10. Pembuatan gagang pisau dengan panjang 200mm.
11. Membuat penyangga meja bantalan plat.
12. Pembuatan meja bantalan plat.
13. Penupang pelat siap dipotong.
14. Pembuatan box gear box.
15. 3D motor 2200 kV
16. 3D Modelling pengawas.
17. *Explode view*



Gambar 1. Explode view

2.2. Analisis Hasil Rancangan

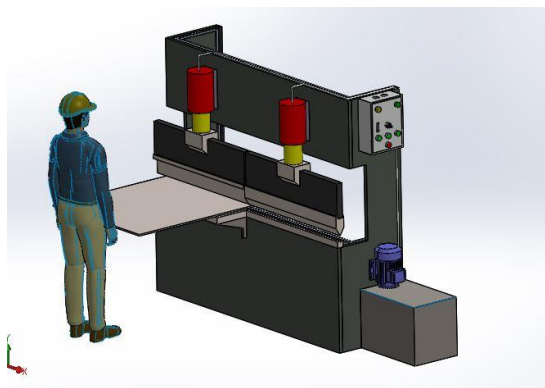
Analisis simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* solidworks 2020. Simulasi dengan *software* ini berguna menjalankan analisis untuk membuktikan validitas dari sebuah desain. Hasil dari fitur statis ini yaitu dapat diketahui parameter nilai sebagai berikut:

1. *Stress* (tegangan)
Tegangan itu sendiri merupakan gaya reaksi atau gaya yang bekerja untuk mengembalikan suatu benda, kepada bentuk semula persatuan luas yang terbagi rata pada permukaannya.
2. *Displacement* (Perpindahan)
Yaitu perpindahan material dari titik awal ke titik akhir yang sudah terkena gaya tekan atau beban (force).
3. *Factor of safety*
Digunakan dalam banyak analisis sebagai parameter keberhasilan atau kegagalan suatu analisis tersebut dan agar terjamin keamanannya..

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Perancangan Mesin Bending dan Potong Pelat

Mesin Bending ini berguna untuk area industri dan juga berguna sebagai alat penekuk pelat dengan tebal 4 mm yang menggunakan sistem silinder pneumatik. Berikut hasil dari rancangan mesin bending dan potong pelat menggunakan *software* solidworks 2020:

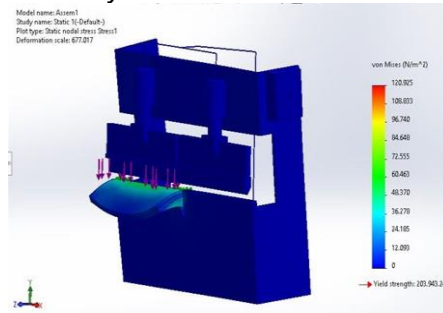


Gambar 2. Rendering mesin bending dan potong pelat

3.2. Analisa Simulasi

Hasil analisa perancangan bending dan potong plat menggunakan software solidworks yaitu *strees analysys, displacement, factor of safety* pada body dan rangka:

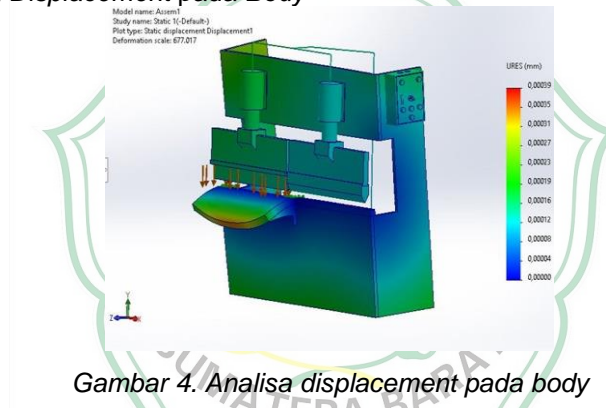
1. Analisa Stress pada Body



Gambar 3. Analysis of stress pada body

Pada analisa di atas terlihat bahwa benda uji nilai tertinggi berada pada titik deformasi plastis yaitu di angka 120.925 N/m^2 sedangkan *yield strength* berada pada angka $203.943.243 \text{ N/m}^2$.

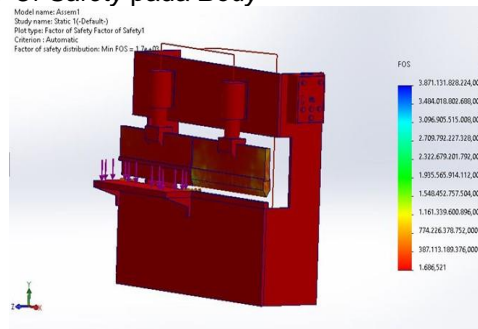
2. Analisa Displacement pada Body



Gambar 4. Analisa displacement pada body

Pada analisa di atas terlihat bahwa displesmen atau perubahan bentuk pada benda yang di kenai gaya yaitu sebesar 0.00039 mm bergeser kearah bawah berada pada titik yg berwarna merah

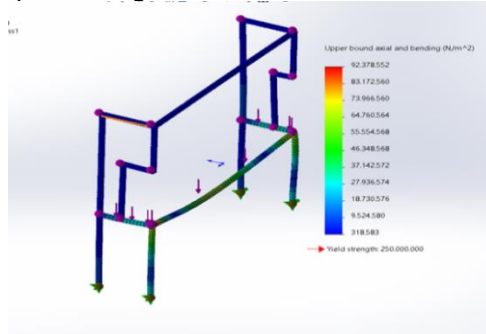
3. Analisa Factor Of Safety pada Body



Gambar 5. Analisa factor of safety pada body

Pada analisa Fos atau *factor of safety* dapat di analisa bahwa benda tergolong aman di karenakan angka minimal FOS melebihi parameter yg di tentukan yaitu sebesar 1 sedangkan minimal Fos di angka 1.686.

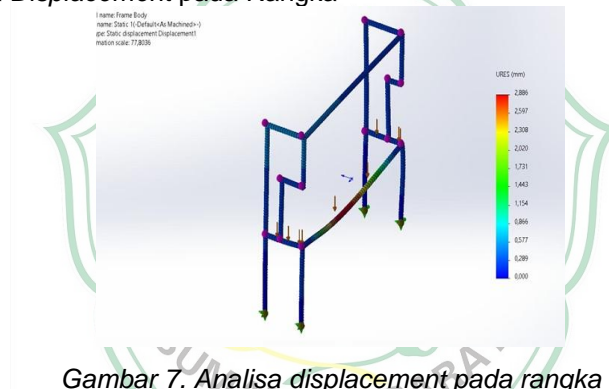
4. Analisa Strees pada Rangka



Gambar 6. Analisa strees pada rangka

Pada analisa di atas terlihat bahwa benda uji nilai tertinggi berada pada titik deformasi plastis yaitu di angka 92.378552 N/m^2 sedangkan *yield strength* berada pada angka 250.000.000 N/m^2 .

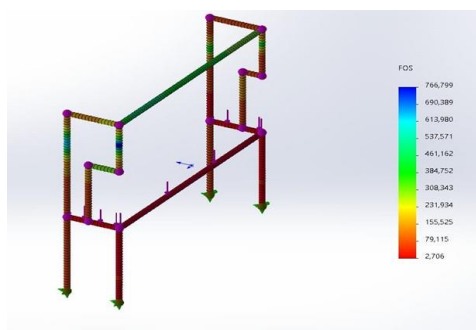
5. Analisa Displacement pada Rangka



Gambar 7. Analisa displacement pada rangka

Pada analisa di atas terlihat bahwa displacement atau perubahan bentuk pada benda yang di kenai gaya yaitu sebesar 2,886 mm bergeser kearah bawah berada pada titik yg berwarna merah.

6. Analisa Factor Of Safety pada Rangka



Gambar 8. Analisa factor of safety pada rangka

Pada analisa Fos atau *factor of safety* dapat di analisa bahwa benda tergolong aman di karenakan angka minimal FOS melebihi parameter yg di tentukan yaitu sebesar 1 sedangkan minimal FOS di angka 2.706.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan mesin bending dan potong pelat maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. manufaktur adalah cabang utama dari revolusi industri karena memungkinkan penggunaan mesin yang membuat pekerjaan manusia sehari-hari menjadi lebih mudah. Salah satunya adalah dengan merancang mesin bending dan potong pelat dimana mesin ini dioperasikan dengan silinder hidrolis.
2. Dalam perancangan mesin bending dan potong pelat penulis menggunakan perangkat lunak solidworks yang dianggap memenuhi, khususnya dalam perancangan dan pembuatan sistim multifungsi yang kompleks berdasarkan perancangan yang akan direncanakan. Software solidworks mengetahui sifat mekanik dan perilaku statisnya melalui berbagai analisis nilai tegangan (*strees*), nilai *displacement* dan *safety factor* pada rangka apakah nilai analisis rangka bending dan potong plat melebihi batas *yelstrenght* dan aman untuk digunakan atau sebaliknya
3. Pada analisa simulasi pada *body*, yaitu analisa *stress* terlihat bahwa benda uji nilai tertinggi berada pada titik deformasi plastis yaitu diangka 120.925 N/m² sedangkan *yield strength* berada pada angka 203.943.243 N/m², analisa *displacement* terlihat bahwa *displacement* atau perubahan bentuk pada benda yang di kenai gaya yaitu sebesar 0.00039 mm bergeser kearah bawah berada pada titik yg berwarna merah, dan analisa *factor of safety* dianalisa bahwa benda tergolong aman di karenakan angka minimal FOS melebihi parameter yg ditentukan yaitu sebesar 1 sedangkan minimal FOS di angka 1.686.
4. Pada analisa simulasi pada rangka, yaitu analisa *strees* pada rangka terlihat bahwa benda uji nilai tertinggi berada pada titik deformasi plastis yaitu di angka 92.378552 N/m² sedangkan *yield strength* berada pada angka 250.000.000 N/m², analisa *displacement* pada rangka terlihat bahwa *displacement* atau perubahan bentuk pada benda yang di kenai gaya yaitu sebesar 2,886 mm bergeser kearah bawah berada pada titik yg berwarna merah, dan dan analisa *factor of safety* dianalisa bahwa benda tergolong aman di karenakan angka minimal FOS melebihi parameter yg di tentukan yaitu sebesar 1 sedangkan minimal FOS di angka 2.706.

Daftar Pustaka

- [1] M. K. V, "Design and Fabrication of Pneumatic Sheet Metal Cutting and Bending Machine," vol. 9, no. 01, pp. 564–572, 2016.
- [2] V. Tambat, N. Rane, O. Savant, P. Yadav, and B. E. Mechanical, "Pneumatic Shearing and Bending Machine," *Int. J. Recent Res. Civ. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 9, pp. 9–18, 2015, [Online]. Available: www.paperpublications.org
- [3] M. H. Rifat and F. Iftekhar, "DESIGN , CONSTRUCTION AND PERFORMANCE TEST OF A HYDRAULIC PRESS MACHINE Name of The Candidates: DESIGN , CONSTRUCTION AND PERFORMANCE TEST OF A HYDRAULIC PRESS MACHINE," no. May, 2022.
- [4] M. Tanveer Riaz, S. M. Umer, H. Baig, M. Talha, A. Fatima, and H. M. A. Ejaz, "Design of a Free Energy Generator using Gravity Wheel Dynamo," *2021 4th Int. Conf. Energy Conserv. Effic. ICECE 2021 - Proc.*, no. March, 2021, doi: 10.1109/ICECE51984.2021.9406299.
- [5] S. V. Kumbhar, M. A. Jadhav, A. Husainy, S. G. Bardiya, O. B. Patil, and S. K. Mali,

- "Design, Analysis and Fabrication of Hydraulic Scrap Baling Machine," *Asian Rev. Mech. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 21–27, 2019, doi: 10.51983/arme-2019.8.1.2464.
- [6] A. Vaishnav, M. Sarvaiya, and P. Lathiya, "Design Optimization of Hydraulic Press Plate using Finite Element Analysis," *Akshay Vaishnav 1 .et. al. Int. J. Eng. Res. Appl. www.ijera.com*, vol. 6, no. 5, pp. 58–66, 2016, [Online]. Available: www.ijera.com
- [7] K. C. Selvi and O. Kabas, "Use of Solidworks in designing agricultural machines (a sample: rotary tiller)," *J. Eng.*, vol. November, no. table 1, pp. 101–107, 2018.
- [8] C. Dragne, C. Radu, and M. Iliescu, "Mechanical Engineering of Robotic Systems By Solidworks," *Int. J. Mod. Manuf. Technol.*, vol. 14, no. 2, pp. 61–68, 2022, doi: 10.54684/ijmmt.2022.14.2.61.
- [9] C. Engineering and E. Analysis, "Journal of engineering physics," *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 13, no. 7, pp. 1251–1260, 1970, doi: 10.1016/0017-9310(70)90018-9.
- [10] L. Miranda-Molina, A. Quinayas-Ortiz, and G. Peña-Rodríguez, "Design and simulation of a mechanical system for the machining of parts and printing in 3D (x, y, z)," *Rev. UIS Ing.*, vol. 19, no. 4, pp. 115–122, 2020, doi: 10.18273/revuin.v19n4-2020010.
- [11] E. Prasetyo, R. Hermawan, M. N. I. Ridho, I. I. Hajar, H. Hariri, and E. A. Pane, "Analisis Kekuatan Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks," *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, pp. 299–306, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.8872.
- [12] M. Syaukani *et al.*, "Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton," *J. Sci. Technol. Virtual Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2021.
- [13] R. Thavai, Q. Shahezad, M. Shahrukh, M. Arman, and K. Imran, "Static Analysis of Go-Kart Chassis by Analytical and Solid Works Simulation," *Www.Ijmer.Com*, vol. 5, no. 3, pp. 661–663, 2015.
- [14] Abdul Rahman Agung Ramadhan, A. Muchlis, and I. F. R. Ghanni, "Design and Analysis of the Frame Strength of Waste Transporting Machine Using Solidworks," *Int. J. Sci. Technol.*, vol. 1, no. 3, pp. 35–42, 2022, doi: 10.56127/ijst.v1i3.486.
- [15] R. Bisono, N. Hafidhoh, and A. T. A. Salim, "Strength Analysis of Frame Structure Loading in Planning Using Solidworks Static Simulation Study," *Biomed. Mech. Eng. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 26–32, 2021.
- [16] M. Gao, H. Huang, Z. Liu, X. Li, and J. W. Sutherland, "Design and Optimization of the Slide Guide System of Hydraulic Press Based on Energy Loss Analysis," *Energies*, vol. 9, no. 6, 2016, doi: 10.3390/en9060434.
- [17] F. Z. Ibrahim and Y. Yohanes, "Performance Analysis of Plate Punching and Bending Machine Combination," *J. Ocean. Mech. Aerosp. -science Eng.*, vol. 65, no. 3, pp. 117–124, 2021, doi: 10.36842/jomase.v65i3.272.
- [18] F. C. Onyeka and T. E. Okeke, "Elastic bending analysis exact solution of plate using alternative I refined plate theory," *Niger. J. Technol.*, vol. 40, no. 6, pp. 1018–1029, 2022, doi: 10.4314/njt.v40i6.4.
- [19] A. Kulkarni, M. Pawar, P. Yadav, A. Patil, and S. Jagtap, "Sheet Metal Bending Machine," *Int. J. Innov. Eng. Res. Technol. [Ijiert]*, vol. 2, no. 3, pp. 1–21, 2015.
- [20] J. Katre, P. Badhiye, P. Balpande, and K. Ghotkar, "Design & Fabrication of Sheet Metal Cutting Machine by using Pneumatic Power," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, no. May, pp. 4561–4567, 2021, [Online]. Available: www.irjet.net
- [21] C. B. Nugroho, "Analisa Kekuatan Rangka Pada Traktor," *J. Integr.*, vol. 7, no. 2, pp. 104–107, 2015.