



Desain dan simulasi uji pembebanan statis pada *jig and fixture* bor dan gerinda portabel

Design and simulation of static loading tests on portable drilling and grinding jigs and fixtures

F. Kurniawan, M.A.S. Atmojo, M.D. Lisanto, A.K. Faizin*

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Kelurahan Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur, 60294, Indonesia. HP. 085132321094, 087860081551

*E-mail: ahmad.khairul.tm@upnjatim.ac.id, 21036010027@student.upnjatim.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 12 June 2024

Accepted 05 July 2024

Available online 01 October 2024

Keywords:

Jig and fixture

Static load simulation

Safety factor

Jig and fixture is a tool that is designed to pay great attention to the operator's ease and comfort in operating the tool. A drilling machine is a tool used to make holes in work pieces, while a grinding machine is a tool used to cut work pieces. The primary objective of this study is to assess the performance of jig and figure design under static loading confitions. Solidworks software wa employed to conduct a static load simulation. The simulation result indicate a maximum displacement 4.731×10^{-3} mm at a load of 800 N and a safety factor of 91,79. Thus, jig and fixture design can safely accommodate load of up to 80 kg (or 800 N) applied to the vise bracket holding the workpiece.



Dinamika Teknik Mesin, Vol. 14, No. 2, Oktober 2024, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

1. PENDAHULUAN

Peran alat bantu dalam proses pekerjaan suatu perancangan dan pembuatan merupakan hal yang penting bagi manusia. Pengertian dari alat bantu sendiri adalah sebuah alat atau perlengkapan kerja yang diperlukan untuk memudahkan dalam melakukan pekerjaan seperti membuka, mengukur, dan mendeteksi kondisi sesuatu yang umumnya digunakan (Purwono dkk, 2022) Alat pembantu yang dirancang pada pengujian ini adalah mesin bor dan mesin gerinda. Mesin bor merupakan mesin perkakas yang cara kerjanya dengan memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut dan fungsinya untuk pengerjaan pelubangan. Selain itu, pengeboran memiliki pengertian yaitu suatu operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam benda kerja dengan menggunakan bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lubang bertingkat, dan *chamfer* (Akhmadi dan Wulandari, 2021).

Umumnya mesin bor *portable* sering dijumpai pada bengkel kecil ataupun perkakas rumah tangga. Mesin bor digunakan untuk membuat suatu alat atau melakukan pengejaan manufaktur. Dalam pengejaan manufaktur selain membuat lubang benda kerja tentunya juga dilakukan pemotongan benda kerja. Pemotongan benda kerja dapat dilakukan menggunakan mesin gerinda portabel. Mesin gerinda adalah suatu mesin yang kegunaannya untuk memotong dan mengasah suatu benda kerja logam maupun non logam (Saidah, 2022). Alat gerinda dan

bor tentunya memiliki banyak kegunaan dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam melakukan pembuatan suatu benda atau alat yang membutuhkan pemotongan dan pembuatan lubang.

Mesin bor tangan saat digunakan seringkali tidak dapat membuat lubang yang tegak lurus. Hal ini akan berdampak pada pembuatan lubang untuk pemasangan pasak bulat atau mur baut ketika yang ketika dimasukkan kelihatan miring. Hal serupa juga terjadi pada penggunaan mesin gerinda dalam proses pemotongan benda kerja yang memberikan hasil pemotongan yang miring pada benda kerja (Wijayanto dkk, 2022). Oleh karena itu, hal tersebut tentunya akan mempengaruhi tingkat keakuratan hasil produk yang dibuat. Umumnya untuk melakukan pemotongan atau pembuatan lubang secara tegak lurus dapat menggunakan mesin gerinda duduk atau bor duduk yang sudah dirancang untuk melakukan pemotongan atau pelubangan secara tegak lurus namun. Berdasarkan kekurangan yang dimiliki oleh bor tangan dan gerinda tangan, maka perlu dirancang suatu alat penyangga bor (*drill stand*) tangan dan gerinda tangan yang berfungsi sebagai alat bantu agar bor tangan berfungsi layaknya bor duduk begitu pula gerinda tangan.

Inovasi alat ini termasuk dalam *jig and fixture bor portable* untuk menjadi bor duduk serta gerinda *portable* untuk menjadi gerinda duduk. Pemahaman dari *jig* adalah alat bantu yang digunakan pada proses manufaktur yang memiliki fungsi sebagai pemegang atau penahan, sedangkan untuk pemahaman *fixture* sendiri yaitu alat bantu yang berfungsi untuk memastikan benda kerja tetap pada posisi yang telah diarahkan (Hamdani dkk, 2021). Jadi untuk pengetahuan keseluruhan dari *Jig and fixture* adalah alat perkakas pembantu yang berfungsi untuk pemegang dan atau mengarahkan benda kerja sehingga proses manufaktur suatu produk lebih efisien. Kebutuhan *jig and fixture* setiap tahun akan mengalami peningkatan varian tipe dan jenis komponen (Safiril dkk, 2020). Penelitian yang mirip dengan topik ini telah dilakukan oleh Adhy Purnomo dengan menggunakan judul "Analisis *displacement* dan kekuatan sambungan las mig (*metal inert gas*) pada pembuatan rancang bangun *welding fixture seat plate*" yang dimana ditemukan rangka penopang yang telah dirancang berhasil dinyatakan aman dari fenomena *displacement*. Hal tersebut dikarenakan pada perhitungan matematis yang menyatakan bahwa beban kritis material rangka penopang yaitu sebesar 60,445 N, maka beban yang diberikan terhadap rangka penopang lebih kecil dari beban kritis (Purnomo dkk, 2022).

Artikel ini akan membahas mengenai pengujian rancangan *jig and fixture* mesin gerinda *portable* dan bor *portable*. Rancangan yang dibentuk untuk menyatukan mesin gerinda duduk serta bor duduk menjadi satu alat. Rancangan ini dibuat untuk mengatasi ketidakpraktisan adaptor yang sudah ada. Rancangan yang dibentuk akan dilakukan pengujian kekuatan dengan simulasi uji pembebanan statis menggunakan *software solidworks*. Simulasi yang dilakukan ini untuk dapat mengetahui besar pergeseran yang terjadi pada rancangan alat ketika setelah diberi beban secara terus menerus (pembebanan statis) serta berapa *safety factor* dari rancangan alat sehingga dapat memastikan keamanan dari alat. Pemahaman tentang pembebanan statis adalah beban gravitasi yang bekerja secara terus menerus pada suatu struktur atau rangka guna untuk menentukan titik berat pada rangka (Faizin dkk, 2023), sedangkan untuk pemahaman tentang *safety factor* merupakan faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perancangan struktur yang menerima beban statis dapat dalam keadaan aman ketika digunakan. Faktor yang dapat mempengaruhi pembebanan statis yaitu karena adanya pemberian beban gravitasi pada rangka saat perancangan tersebut digunakan, sedangkan untuk mengetahui nilai dari *safety factor* terbaik adalah berada di angka 1,25 hingga 2,0 (Rahmat, 2020).

2. METODE PENELITIAN

Pengambilan data pada penelitian dilakukan menggunakan metode simulasi dengan menggunakan *software Solidworks 2020*. Material yang digunakan pada perancangan ini adalah 1023 *Carbon steel sheets* (SS) dengan spesifikasi material *tensile strength* 425 N/mm² (MPa), *yield strength* 282 N/mm² (MPa) dan modulus elastisitas sebesar 205 GPa. Perancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* memiliki dimensi maksimum panjang 500 mm, lebar 500 mm, dan tinggi 800 mm serta keseluruhan desain dirangkai dengan besi *hollow* 33 mm x 33 mm dengan ketebalan 1,5 mm, serta plat besi dengan lebar 42 mm dan ketebalan plat 4 mm, seperti ditunjukkan dalam gambar 1.

Prinsip kerja dari rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* yaitu benda kerja yang berupa balok akan ditahan oleh ragum kemudian dilakukan pengaturan posisi titik perpotongan atau pembuatan lubang dengan mengatur penggerak sisi depan dan sisi samping. Pengaturan benda kerja dilanjutkan dengan mengatur titik awal bor dengan melakukan pengaturan pada braket pegas atas dan bawah. Bor atau gerinda yang sudah terpasang pada tuas pendorong dengan menggunakan braket bor atau braket gerinda dapat dilakukan penyalaan dan mulai dilakukan penekanan ke arah benda kerja. Hasil dari alat ini adalah berupa lubang atau potongan yang tegak lurus serta akurat.

Variabel pada simulasi yang dilakukan meliputi variabel bebas dari pengambilan data adalah pembebanan yang diberikan, variabel terikat dari pengambilan data adalah *von mises*, *safety factor* serta *displacement*, terakhir variabel *control* dari pengambilan data adalah material dari rancangan.

Tingkat keamanan dari rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* dapat diukur dengan menggunakan persamaan *von mises* yang tujuannya adalah untuk memprediksi kegagalan material yang

mengalami pembebanan statik (Walidina dkk, 2022). Persamaan untuk *von mises* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)} \quad (1)$$

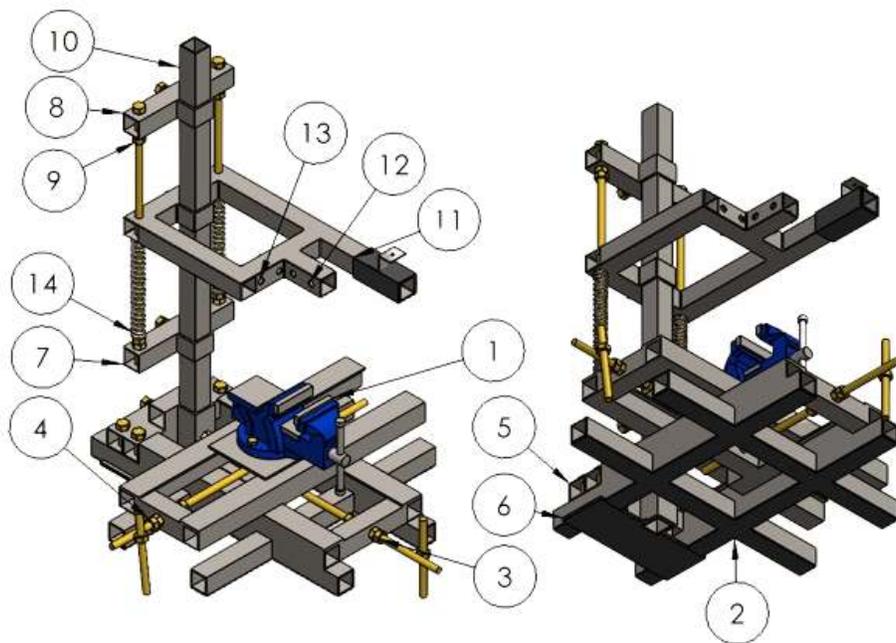
Penentuan tingkat keamanan dari rancangan ini tidak hanya dengan persamaan *von mises* saja, akan tetapi juga persamaan *safety factor*. Hal ini bertujuan untuk mengevaluasi agar rancangan tersebut dapat terjamin keamanannya dengan menggunakan dimensi yang minimum (Wunda dkk, 2019). Untuk persamaan *safety factor* dapat dilihat pada persamaan 2.

$$\sigma' = \frac{S_y}{n} \quad (2)$$

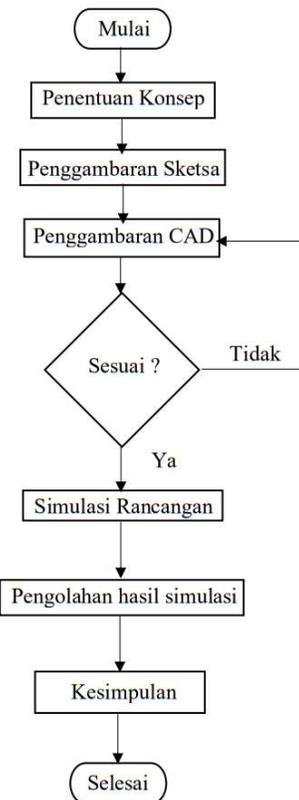
Kedua persamaan di atas tentunya berhubungan dengan rancangan ini karena suatu material tentunya akan mengalami perubahan bentuk ketika diberi pembebanan sehingga akan membuat material tersebut mengalami *displacement*. *Displacement* sendiri yaitu perubahan bentuk pada material akibat adanya pemberian pembebanan (Yusuf dkk, 2020). Persamaan untuk *displacement* dapat dilihat pada persamaan 3.

$$\frac{M}{EI} = \frac{d^2y}{dx^2} \quad (3)$$

Sebelum melakukan simulasi, seluruh bagian *part* harus dirangkai secara benar sehingga semua *part* harus terhubung. Rangkaian *part* dilakukan pengecekan hubungan dengan pengaplikasian *mesh* untuk mengetahui apakah rangkaian alat sudah layak untuk dilakukan simulasi. Penetapan titik penguncian terletak pada bagian bawah rangkaian alat. Pembebanan diletakkan pada dudukan ragum. Skema rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* dapat dilihat pada gambar 1, dan untuk diagram alir dari perancangan hingga pengujian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Skema rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable*. 1. ragum 3 inch, 2. *rubber* peredam getaran, 3. penggerak depan, 4. penggerak samping, 5. pengunci tiang bawah penghubung, 6. plat pengunci tiang bawah, 7. braket pegas bawah, 8. braket pegas atas, 9. as pegas, 10. tiang utama, 11. tuas pendorong, 12. braket bor, 13 braket gerinda, 14. pegas.



Gambar 2. Diagram alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil simulasi *von mises*

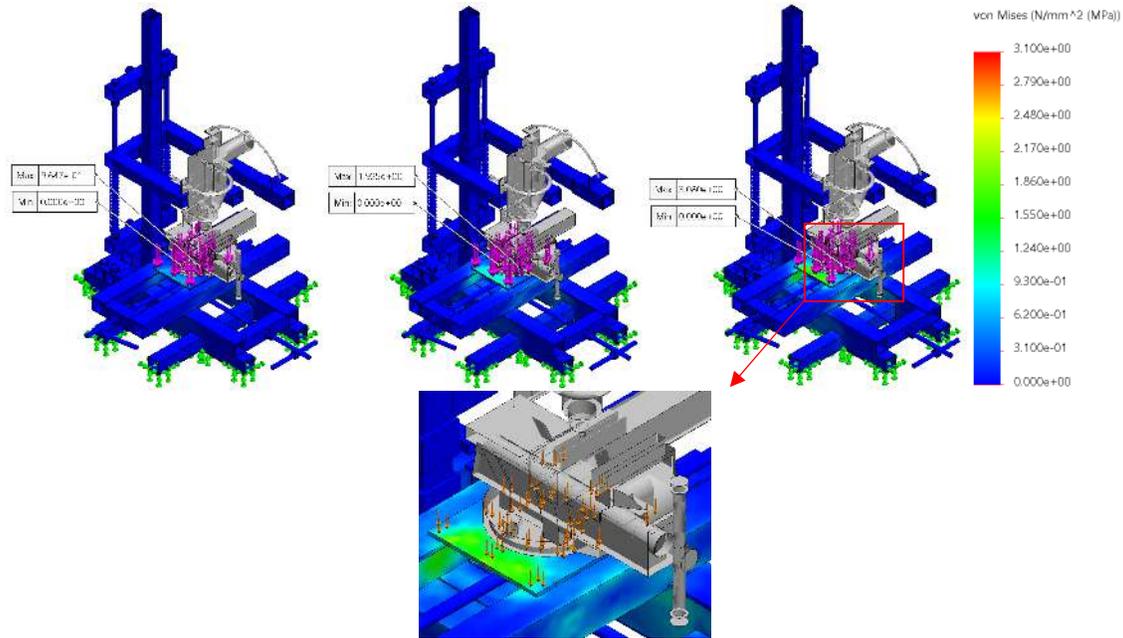
Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat perbandingan besaran *von mises* pada rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable*. Angka yang ada dalam tabel merupakan hasil simulasi dari *software Solidworks 2020*. Pada simulasi dengan pembebanan 800 N menghasilkan *von mises* tertinggi daripada pembebanan lainnya.

Tabel 1. *Von Mises*

Data	Beban	<i>Equivalent Stress</i>
Data 1	250 N	0,9647 N/mm ²
Data 2	500 N	1,925 N/mm ²
Data 3	800 N	3,080 N/mm ²

Secara keseluruhan simulasi dengan pemberian beban 800 N menghasilkan *von mises* sebesar 3,080 N/mm² yang menjadi tertinggi pada seluruh simulasi yang dilakukan. Pada pembebanan 500 N, *von mises* yang dihasilkan sebesar 1,925 mm² lebih rendah dari pembebanan 800 N namun lebih tinggi dari pembebanan 250 N. Untuk pembebanan 250 N menghasilkan *von mises* sebesar 0,9647 N/mm² dimana lebih rendah 68,7% dari pembebanan 800 N.

Gambar 3 menunjukkan bahwa persebaran *von mises* berpusat pada komponen braket ragum dan penggerak samping. *Von mises* tertinggi terjadi pada pembebanan 800 N dengan nilai *von mises* sebesar 3,080 N/mm² (MPa) yang berarti ≤ 205 GPa (modulus elastisitas) material 1023 *Carbon sheet steel* (SS) dengan titik braket ragum bagian tengah rangka pada perancangan alat *jig and fixture* bor dan gerinda yang telah memenuhi standar keamanan dalam perancangannya (Kharisma dan Marsaoly, 2021).



Gambar 3. Skema persebaran von mises dengan variasi pembebanan

3.2. Hasil simulasi *safety factor*

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat perbandingan *safety factor* minimum dari beberapa variasi tekanan yang diberikan pada rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable*. Setiap angka yang dihasilkan merupakan hasil simulasi yang dihasilkan oleh *software Solidworks 2020*. Hasil simulasi dengan pembebanan 800 N menghasilkan nilai *safety factor* paling kecil daripada pembebanan lainnya.

Tabel 2. *Safety factor*

Data	Beban	<i>Safety factor</i>
Data 1	250 N	$2,930 \times 10^2$
Data 2	500 N	$1,469 \times 10^2$
Data 3	800 N	$9,179 \times 10^1$

Secara keseluruhan simulasi dengan pembebanan 250 N menghasilkan *safety factor* minimum yang lebih besar dibandingkan dengan hasil simulasi dengan pembebanan 800 N. Pada pembebanan 250 N, *safety factor* minimum mencapai $2,930 \times 10^2$. Di sisi lain, hasil simulasi dengan pembebanan 800 N menghasilkan *safety factor* lebih kecil 68,7% dari simulasi 250 N dengan *safety factor* $9,179 \times 10^1$. Simulasi dengan pembebanan 500 N menghasilkan *safety factor* lebih kecil daripada pembebanan 250 N namun lebih besar dari pembebanan 800 N dengan angka *safety factor* sebesar $1,469 \times 10^2$. Dalam jurnal “Analisis beban pada *hook* pembalik produk AEET dengan *software Solidwork 2018*” dijelaskan bahwa *safety factor* minimum batas aman adalah 1,25 sampai dengan 2,0 (Rahmat, 2020) sehingga dapat disimpulkan, dengan pembebanan terbesar rancangan alat tetap pada batas aman.

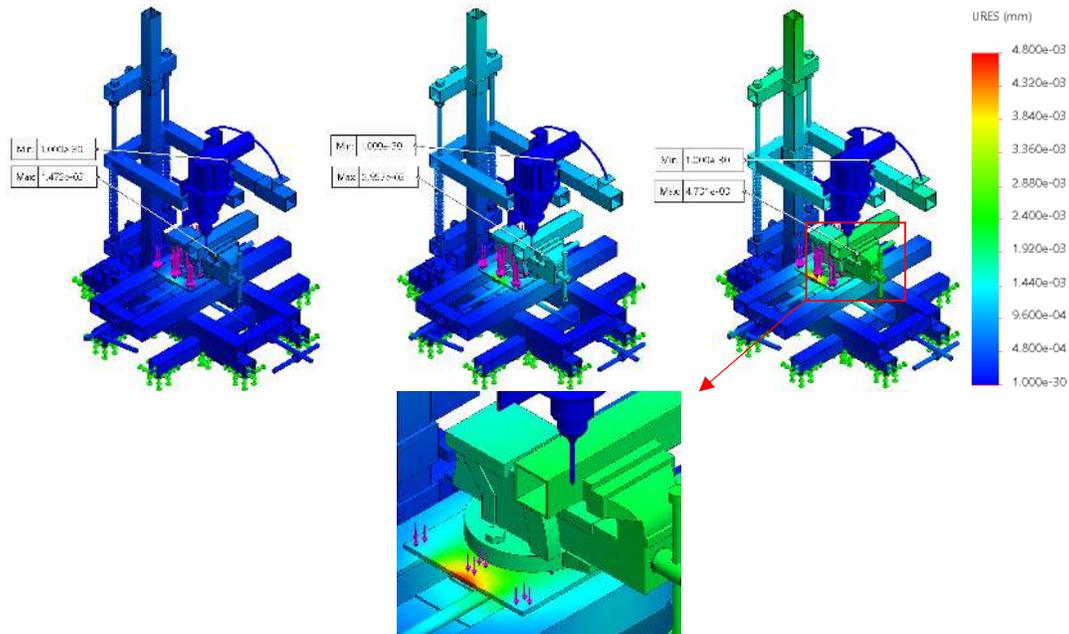
3.3. Hasil simulasi *displacement*

Berdasarkan tabel 3, dapat dilihat perbandingan besaran pergeseran yang terjadi pada rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable*. Angka yang ada dalam tabel merupakan hasil simulasi dari *software Solidworks 2020*. Pada simulasi dengan pembebanan 800 N menghasilkan pergeseran tertinggi daripada pembebanan lainnya.

Secara keseluruhan simulasi dengan pemberian beban 800 N menghasilkan pergeseran $4,731 \times 10^{-3}$ mm yang tertinggi pada seluruh simulasi yang dilakukan. Pada pembebanan 250 N, pergeseran terjadi hanya sebesar $1,472 \times 10^{-3}$ mm lebih rendah 68,9% dari pembebanan 800 N. Sedangkan pada pembebanan 500 N menghasilkan pergeseran sebesar $2,957 \times 10^{-3}$ mm yang dapat dilihat merupakan hasil di tengah dari simulasi yang dilakukan.

Tabel 3. *Displacement*

Data	Beban	<i>Displacement</i>
Data 1	250 N	$1,472 \times 10^{-3}$ mm
Data 2	500 N	$2,957 \times 10^{-3}$ mm
Data 3	800 N	$4,731 \times 10^{-3}$ mm



Gambar 4. Skema persebaran *displacement* dengan variasi pembebanan

Gambar 4 menunjukkan bahwa persebaran *displacement* berpusat pada komponen braket ragum. *Displacement* tertinggi terjadi pada pembebanan 800 N dengan *displacement* sebesar $4,731 \times 10^{-3}$ mm dengan titik braket ragum sisi putaran samping bagian tengah. Dengan pembebanan yang diberikan *displacement* material yang dihasilkan sangat minimal yang menjelaskan bahwa rancangan alat aman untuk digunakan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan diperoleh beberapa temuan. Berdasarkan *von mises* yang dihasilkan dari variasi pembebanan *von mises* paling rendah berada pada pembebanan 250 N dengan *von mises* $0,9647 \text{ N/mm}^2$ dan tertinggi pada pembebanan 800 N dengan *von mises* $3,080 \text{ N/mm}^2$. Berdasarkan pembebanan yang diberikan dihasilkan *safety factor* terkecil pada pembebanan 800 N sebesar $9,179 \times 10^1$ dan untuk nilai *safety factor* terbesar terdapat pada pembebanan 250 N dengan $2,930 \times 10^2$, sedangkan berdasarkan *displacement* yang ditimbulkan akibat pembebanan terbesar, terdapat pada pembebanan 800 N yang memiliki besar *displacement* $4,731 \times 10^{-3}$ mm, kemudian untuk pembebanan terkecil pada 250 N memiliki *displacement* sebesar $1,472 \times 10^{-3}$ mm. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda dapat menopang pembebanan hingga 80 kg atau 800 N dengan aman.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih pada semua pihak yang telah membantu dalam perancangan hingga pengujian *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* baik berupa materi maupun pikiran sehingga perancangan dan artikel ini dapat terselesaikan dengan baik. Yang kedua penulis mengapresiasi Jurusan Teknik Mesin di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas fasilitas yang boleh dipergunakan dalam perancangan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Akhmadi, A.N., Wulandari, R., Pengaruh variasi putaran mesin terhadap waktu pengeboran dengan material aluminium al 6063 pada mesin bor duduk, Nozzle : Journal Mechanical Engineering, 10(1), 11–15, 2021.

- Faizin, A.K., Rizaldi, R., Putra, W.A.S., Hasan, N., Structural analysis of chassis frame of a prototype car: a finite element method, *NST Proceedings*, 252–256, 2023.
- Hamdani, Sumardi, Syamsuar, Mawardi, Fabrikasi jig untuk penggurdian benda silindris, *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 7(2), 119, 2021.
- Kharisma, A.A., Marsaoly, M.E., Analisis kegagalan pada rangka mesin perontok padi kapasitas 1 ton/jam menggunakan metode von mises, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 20(2), 13–18, 2021.
- Purnomo, A., Lathif, N., Supandi, Analisis defleksi dan kekuatan sambungan las mig (metal inert gas) pada pembuatan rancang bangun welding fixture seat plate, *51 Prosiding NCIET*, 3, 51–60, 2022.
- Purwono, H., Armas, R.F., Mubarok, A.R., Pembuatan alat bantu khusus pelepasan dan pemasangan piston seal cylinder hydraulic unit excavator pc200-8m0, *Jurnal UMJ*, 1–7, 2022.
- Rahmat, I.R., Analisis beban pada hook pembalik produk AEET dengan software solidwork 2018, *Prima*, 17(1), 10–18, 2020.
- Safril, Siregar, M., Wirandi, M., Setiawan, D., Desain dan simulasi uji tekan pada jigs pin piston diameter Ø13 mm, *Jurnal APTEK Vol*, 14(1), 6–12, 2020.
- Kurniawan, W., Saidah, A., Rancang bangun mesin pemotong penggosok logam dan non logam metal and non metal cutting machine design, *Jurnal UTA 45 Jakarta*, 7, 1–11, 2022.
- Walidina, M.F., Kardiman, Gusniar, I.N., Analisis tegangan von mises pada poros mesin penggiling sekam padi menggunakan software ansys, *Jurnal METTEK*, 8(1), 35, 2022.
- Wijayanto, E., Triono, Bhirawa, W.T., Moektiwibowo, H., Perancanganudukan mesin gerinda tangan yang ergonomis dengan menggunakan metode anthropometri, *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 42–49, 2022.
- Wunda, S., Johannes, A.Z., Pingak, R.K., Ahab, A.S., Analisis tegangan , regangan dan deformasi crane hook dari material baja aisi 1045 dan baja st 37 menggunakan software elmer, *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya*, 4(2), 131–137, 2019.
- Yusuf, N., Hariadi, Tawar, A.S.A., Perbandingan eksperimen defleksi batang kantilever berprofil strip terhadap persamaan teoritis untuk bahan fe dan al, *Rang Teknik Journal*, 3(1), 89–93, 2020.