

RANCANG BANGUN *JIG AND FIXTURE* BOR DAN GERINDA *PORTABLE*

Marselinus Angga Setyo Atmojo^a, Michael Dion Lisanto^a, Ferdi Kurniawan^{a*}, Ahmad
Khairul Faizin^a, Fatkhurrohman^a, Rizqa Ruviana^a, Danny Pratama Lamura^a

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jawa Timur

*Email Korespondensi : 21036010027@student.upnjatim.ac.id
Phone : [087860081551](tel:087860081551)

Abstrak : *Jig and fixture* adalah alat yang dirancang untuk memberikan kemudahan dan kenyamanan operator dalam mengoperasikan alat. *Jig* adalah alat yang berfungsi untuk memegang atau memposisikan alat tertentu, dan *fixture* adalah alat yang berfungsi untuk mengunci dan memposisikan benda kerja. Pada perancangan ini, *jig* digunakan untuk memegang bor portable atau gerinda, dan *fixture* adalah ragum yang berfungsi untuk memegang atau mencekam benda kerja. Tujuan utama dari perancangan ini adalah untuk mengetahui kinerja *jig and fixture* untuk bor dan gerinda portable yang digunakan dalam proses mengebor dan memotong benda kerja serta menguji faktor keamanannya. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan pengambilan data dan simulasi menggunakan software *solidworks*. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *solidworks*, didapatkan nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari perancangan sebesar 91,79 dengan beban yang diberikan sebesar 80 kg. Untuk hasil pengeboran dan pemotongan dari alat *jig and fixture* bor dan gerinda portabel ini didapatkan error sebesar 0,46% sampai dengan 14,85% untuk pengeboran dan untuk gerinda didapatkan error sebesar 0% sampai dengan 9,62%. Berdasarkan simulasi yang dilakukan maka rancangan ini dapat dinyatakan aman dan dapat bekerja untuk memotong dan melubangi benda kerja.

Keywords : *Jig and fixture*, nilai faktor keamanan, bor dan gerinda.

1. PENDAHULUAN

Alat bantu sangat berperan dalam proses pekerjaan fabrikasi logam yang merupakan hal penting bagi manusia, terutama untuk pekerja yang sering mengeluh karena adanya proses pengerjaan yang mengharuskan pekerja melakukan gerakan yang tidak biasa. Hal itu disebabkan oleh posisi benda kerja yang tidak ergonomis di tempat kerja. Definisi ergonomi merupakan ilmu tentang manusia yang berkaitan dengan postur, kenyamanan, dan penerapan teknologi yang ada di lingkungan kerja guna menciptakan lingkungan kerja yang sehat, nyaman, aman, dan efisien agar dapat tercapai aktivitas yang optimal dan produktif [1]. Penerapan teknologi alat bantu yang ada pada perancangan ini dikhususkan pada mesin bor dan mesin gerinda. Mesin bor merupakan sebuah alat yang digunakan untuk melubangi suatu benda dengan ukuran tertentu. Cara kerja dari mesin bor yaitu memutar mata pisau dengan kecepatan tertentu dan ditekan ke suatu benda kerja [2]. Umumnya mesin bor yang digunakan oleh masyarakat di bengkel kecil ataupun untuk perkakas rumah tangga adalah mesin bor *portable*. Oleh karena itu, mesin bor sering digunakan untuk membuat suatu alat atau melakukan pengerjaan proses fabrikasi.

Dalam pengerjaan fabrikasi tersebut selain untuk membuat lubang pada benda kerja tentunya juga dilakukan pemotongan benda kerja. Pemotongan benda kerja dapat dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda *portable*. Mesin gerinda adalah sebuah alat yang digunakan untuk proses pemotongan logam maupun non logam secara *abrasive* melalui gesekan antara material *abrasive* dengan benda kerja logam. Proses gerinda ini juga berguna untuk memperhalus dan membuat ukuran yang akurat pada permukaan benda kerja [3]. Alat gerinda dan bor tentunya memiliki beragam kegunaan dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam proses fabrikasi yang memerlukan pemotongan benda kerja dan pembuatan lubang pada material benda kerja.

Untuk dapat menghasilkan hasil yang akurat diperlukan alat bantu berupa *jig and fixture*. *Jig* sendiri merupakan perangkat dan media untuk memandu dan mengontrol alat pemotong saat mengerjakan komponen. *Jig* umumnya digunakan untuk pemegang (*handle*) saat proses pengerjaan sedang berlangsung. Kemudian untuk pengertian dari *fixture* sendiri adalah perangkat dan media untuk memegang dan memposisikan komponen dengan akurat saat proses fabrikasi [4]. Secara umum *jig and fixture* merupakan alat bantu yang

memiliki fungsi untuk pemegang dan atau mengarahkan serta memposisikan benda kerja agar proses fabrikasi suatu produk lebih efisien. Kegunaan lain dari *jig and fixture* yaitu untuk mengatasi masalah *defect* dan meningkatkan kualitas produksi serta meningkatkan keselamatan saat proses fabrikasi berlangsung [5]. *Jig and fixture* sendiri sudah sering digunakan pada pabrik *manufacturing* untuk melakukan proses produksi dengan skala yang banyak dengan dimensi yang sama.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Putri Sausan Kis Hanifah dkk pada artikel berjudul “Pengembangan *drilling jig* rangka sandaran di Laboratorium P3 Teknik Industri Universitas Sebelas Maret menggunakan metode NIDA”. Menghasilkan rancangan alat bantu berupa *drilling jig* yang digunakan dalam proses pembuatan lubang bulat *part* rangka sandaran praktikum menggunakan *twist drill* dengan kelebihan waktu *set up* cepat, kepresisian tinggi, terdapat *bushing* dan bahan kuat [6].

Pada artikel ini akan membahas tentang perancangan dan pengujian rancangan *jig and fixture* mesin gerinda *portable* dan bor *portable*. Rancangan ini dibentuk untuk menyatukan mesin gerinda *portable* yang diubah menjadi duduk serta bor *portable* yang diubah menjadi duduk membentuk satu alat. Rancangan ini dibuat untuk mengatasi ketidak praktisan adaptor yang sudah ada. Rancangan yang dibentuk akan dilakukan uji kekuatan dengan simulasi pembebanan statis menggunakan *software solidworks*. Simulasi yang dilakukan ini untuk dapat mengetahui tingkat keamanan pada rancangan alat ketika diberi beban. Uji coba secara eksperimen juga dilakukan dengan cara pengambilan data pemotongan serta pelubangan yang akan dianalisis *error* data yang dihasilkan.

2. METODE DAN BAHAN

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen dan simulasi. Dalam metode simulasi digunakan bantuan *software solidworks 2020*. Untuk metode eksperimen dilakukan dengan cara pemotongan dan pelubangan pada benda kerja besi *hollow* 33 mm x 33 mm dengan melakukan pengambilan data sebanyak 4 kali. Material yang digunakan pada perancangan ini adalah 1023 *Carbon steel (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 dengan lebar 42 mm dan ketebalan plat 4 mm dengan metode penyambungan pengelasan SMAW, rancangan dari *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* dapat dilihat dalam gambar 1.

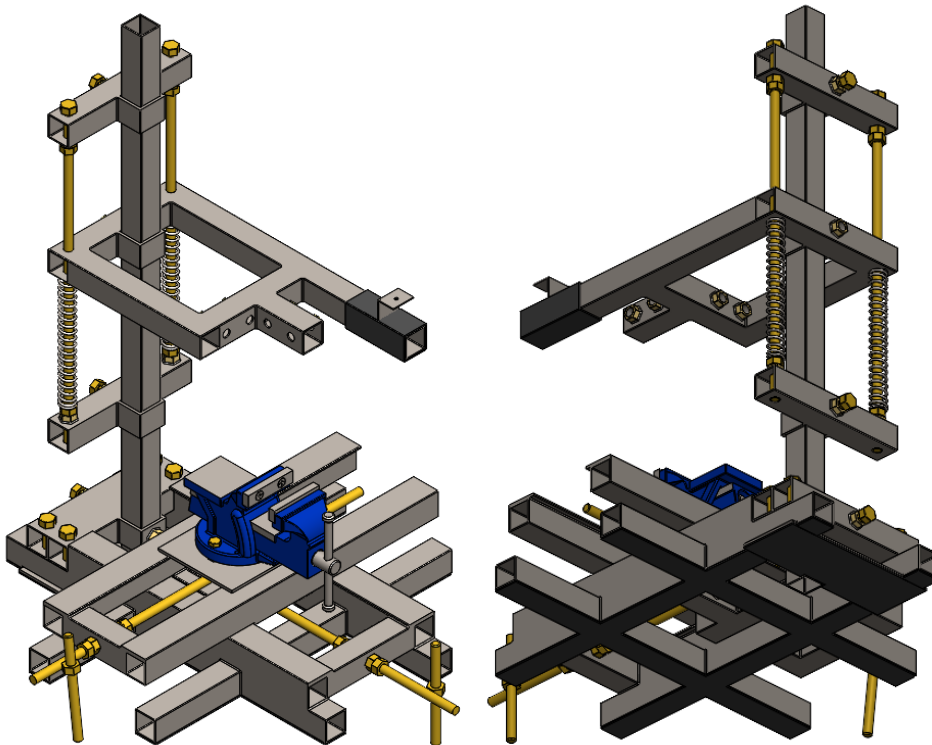
Prinsip kerja dari rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* yaitu benda kerja yang berupa balok akan dikunci oleh ragum yang menjadi *fixture* benda kerja, kemudian dilakukan pengaturan posisi titik perpotongan atau pembuatan lubang dengan mengatur penggerak sisi depan dan sisi samping. 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 pengoperasian dan mulai dilakukan penekanan ke arah benda kerja. Hasil dari alat ini adalah berupa lubang atau potongan yang tegak lurus. Dalamnya pemotongan atau pelubangan bergantung pada kedalaman tekanan pada tuas pendorong.

Pembebanan statis merupakan salah satu metode yang digunakan dalam perancangan ini. Pembebanan statis sendiri merupakan hasil untuk mengetahui ketahanan dari perancangan yang telah dibuat terhadap pemberian beban yang diakibatkan adanya penambahan berat pada komponen di bidang tertentu [7]. Pembebanan yang diberikan pada rancangan ini sebesar 80 kg pada titik braket ragum. Pengujian beban statis dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan dari alat atau *safety factor*. Sedangkan, pemahaman tentang nilai *safety factor* adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perancangan struktur yang menerima beban statis dapat dalam keadaan aman ketika saat digunakan. Pada umumnya, nilai *safety factor* minimum dari sebuah rancangan adalah 1,25 hingga 2,0 [8]. Sehingga dapat mengetahui keamanan dari alat sebelum dilakukan uji eksperimen.

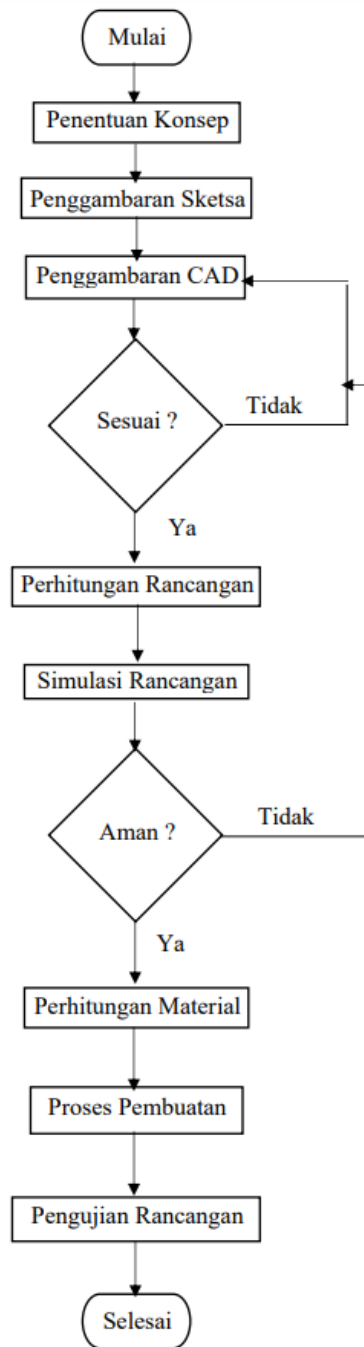
Metode eksperimen yang digunakan meliputi dua bagian, yang pertama bagian pemotongan, dan yang kedua bagian pelubangan. Bagian pemotongan dilakukan pengambilan data sebanyak 4 kali menggunakan gerinda *portable* dengan mata gerinda potong. Definisi pemotongan adalah proses pembuangan sebagian bahan benda kerja untuk dapat membentuk suatu produk [9]. Uji pemotongan yang dilakukan diterapkan pada benda kerja besi *hollow* 33 mm x 33 mm dengan ketebalan 1,5 mm serta uji pemotongan juga dilakukan pada benda kerja poros ulir 12 mm. Uji pemotongan dilakukan dengan memotong benda kerja hingga maksimum batas yang dapat dipotong oleh gerinda *portable* secara tegak lurus. Selanjutnya bagian pelubangan dilakukan pengambilan data sebanyak 4 kali menggunakan bor *portable* 13 mm dengan mata bor 3,5 mm dan 8,5 mm. pelubangan dengan mata bor 3,5 mm dilakukan sebanyak 4 kali, dan untuk mata bor 8,5 mm dilakukan pelubangan sebanyak 2 kali pada dua lubang yang telah dihasilkan oleh mata bor 3,5 mm. pelubangan atau disebut juga proses gurdi (*drilling*) merupakan suatu proses yang dilakukan oleh mesin perkakas dengan memberikan tekanan kepada benda kerja sehingga dapat timbul lubang pada benda kerja yang biasanya berupa

putaran yang dilakukan pahat atau mata bor [10]. Uji pelubangan dilakukan pada benda kerja besi *hollow* 33 mm x 33 mm dengan ketebalan 1,5 mm. Uji pelubangan dilakukan dengan melubangi benda kerja dari titik awal hingga menembus titik bagian bawah yang menghasilkan tubang yang tembus. Data pengujian yang didapatkan dari eksperimen nantinya dilakukan pengolahan data untuk mengetahui besar error dari alat yang dirancang. Error yang dihasilkan berfungsi untuk mengevaluasi terhadap hasil yang penting untuk meningkatkan keakuratan alat terhadap hasil yang diharapkan [11]. Pengolahan data dilakukan dengan mengukur besar persegeran titik pemotongan serta pelubangan dari titik yang diharapkan.

Sebelum melakukan pengujian simulasi dan eksperimen, seluruh komponen dari rancangan harus dirangkai secara benar hingga semua bagian dapat berfungsi dengan baik. Rangkaian komponen pada rancangan dilakukan pengecekan sebelum dilakukan pengujian dan pengambilan data. Pengecekan yang dilakukan meliputi kelancaran system pergeseran benda kerja dan tuas pendorong, pengecekan kekencangan dari mur dan baut yang terpasang pada alat, serta pengecekan kestabilan posisi peletakan alat. Skema rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* dapat dilihat pada gambar 1, dan untuk diagram alir dari proses perancangan hingga pengujian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Skema rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable*.

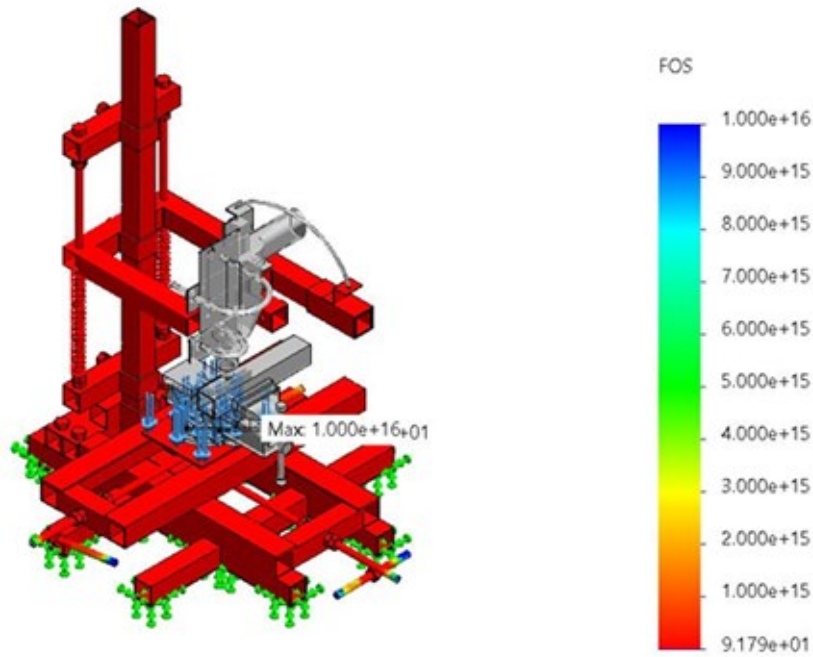


Gambar 2. Diagram alir

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1. Hasil Simulasi

Berdasarkan gambar 3 di bawah ini dapat dilihat hasil dari simulasi pembebanan statis dengan beban 80 kg menghasilkan nilai *safety factor* beserta persebarannya dengan menggunakan aplikasi *solidworks 2020*.



Gambar 3. Nilai *safety factor* jig and fixture

Berdasarkan gambar 3 di atas didapatkan nilai *safety factor* dari simulasi jig and fixture dengan menggunakan material 1023 Carbon Steel (SS) dengan beban yang diberikan sebesar 800 N, didapatkan nilai *safety factor* minimal yaitu 91,79. Titik *safety factor* terkecil berada pada braket ragum yang juga menjadi titik pembebanan. Berdasarkan pengujian pembebanan statis secara simulasi yang dilakukan sehingga dapat disimpulkan bahwa *safety factor* alat jig and fixture bor dan gerinda portable aman karena memiliki nilai *safety factor* lebih dari 2.

3.2. Hasil Pelubangan

Berikut merupakan hasil dari proses pengujian pembuatan lubang menggunakan bor portable 13 mm yang dipasangkan pada rancangan jig and fixture bor dan gerinda portable dengan menggunakan mata bor 3,5 mm dan 8,5 mm.



Gambar 4. Hasil pembuatan lubang pada material besi hollow

Gambar 4 di atas menunjukkan bahwa rancangan jig and fixture bor dan gerinda portable dapat melakukan pembuatan lubang pada material besi hollow 33 mm x 33 mm dengan ketebalan 1,5 mm. lubang yang dihasilkan menghasilkan hasil yang rapi serta dapat menembus hingga bagian belakang. Uji pelubangan yang dilakukan menghasilkan data pengukuran jarak, sehingga dapat diketahui tingkat keakuratan dari alat jig and fixture bor dan gerinda portable. Detail data dari hasil pembuatan lubang pada material besi hollow dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengukuran kemiringan pelubangan besi *hollow*

| DATA | SUMBU | BAGIAN ATAS | BAGIAN BAWAH | SELISIH | KEMIRINGAN | ERROR |
|------|-------|-------------|--------------|---------|------------|--------|
| 1 | X | 16,7 mm | 16,9 mm | -0,2 mm | -0,33° | 1,2% |
| 2 | X | 33,8 mm | 34,4 mm | -0,6 mm | -0,98° | 1,78% |
| 3 | X | 43,4 mm | 43,2 mm | 0,2 mm | 0,33° | 0,46% |
| 4 | X | 40,5 mm | 70 mm | 0,5 mm | 0,82° | 0,71% |
| 1 | Y | 15,2 mm | 15 mm | 0,2 mm | 0,33° | 1,32% |
| 2 | Y | 11,15 mm | 9,8 mm | 1,35 mm | 2,21° | 12,11% |
| 3 | Y | 10,3 mm | 9,7 mm | 0,6 mm | 0,98° | 5,83% |
| 4 | Y | 10,1 mm | 8,6 mm | 1,5 mm | 2,45° | 14,85% |

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa lubang yang dihasilkan dari alat *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* memiliki hasil yang kurang tegak lurus. Hal ini dibuktikan dengan titik pelubangan yang dihasilkan memiliki pergeseran. Dimana untuk sumbu X memiliki kemiringan berkisar 0,33° hingga 0,82° yang menghasilkan *error* sebesar 0,46% hingga 1,78%. Namun, untuk sumbu Y kemiringan yang dihasilkan berkisar antara 0,33° hingga 2,45° yang menghasilkan *error* sebesar 1,32% hingga 14,85%. Berdasarkan data *error* yang terdapat pada tabel 1 dapat disimpulkan bahwa rancangan alat yang dibuat masih memiliki *error* kemiringan pada hasil pelubangan.

3.3. Hasil Pemotongan

Selanjutnya, merupakan hasil dari proses pemotongan material besi *hollow* serta poros ulir menggunakan gerinda *portable* yang dipasangkan pada rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* dengan menggunakan mata gerinda potong.

**Gambar 5.** Hasil pemotongan material besi *hollow* dan poros ulir

Gambar 5 diatas menunjukkan bahwa rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda dapat melakukan pemotongan pada material besi *hollow* 33 mm x 33 mm dengan ketebalan 1,5 mm serta poros ulir dengan diameter 12 mm. hasil pemotongan yang dihasilkan memiliki hasil yang rapi serta dapat memotong dengan ketebalan yang tipis. Namun, untuk pemotongan besi *hollow* tidak dapat sampai memotong sepenuhnya dikarenakan material besi terbatas oleh pengunci mata gerinda serta badan gerinda. Uji pemotongan yang dilakukan menghasilkan data pengukuran jarak, sehingga dapat diketahui tingkat keakuratan dari alat *jig and fixture* bor dan gerinda *portable*. Detail dari hasil pemotongan material besi *hollow* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengukuran kemiringan pemotongan

| DATA | BAGIAN | SISI ATAS | SISI BAWAH | SELISIH | KEMIRINGAN | ERROR |
|------|--------|-----------|------------|---------|------------|-------|
| 1 | Atas | 8,55 mm | 7,8 mm | 0,75 mm | 1,23° | 9,62% |
| 2 | Atas | 18,2 mm | 17,1 mm | 1,1 mm | 1,8° | 6,43% |
| 3 | Atas | 27,5 mm | 26,7 mm | 0,8 mm | 1,31° | 3% |
| 4 | Atas | 37,7 mm | 36,65 mm | 1,05 mm | 1,72° | 2,86% |

| DATA | BAGIAN | SISI ATAS | SISI BAWAH | SELISIH | KEMIRINGAN | ERROR |
|------|---------|-----------|------------|---------|------------|-------|
| 1 | Samping | 8,55 mm | 8,6 mm | 0,05 mm | 0,08° | 0,58% |
| 2 | Samping | 18 mm | 18 mm | 0 mm | 0° | 0% |
| 3 | Samping | 27,4 mm | 27 mm | 0,4 mm | 0,65° | 1,48% |
| 4 | Samping | 37,5 mm | 37 mm | 0,5 mm | 0,82° | 1,35% |

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa hasil pemotongan yang dihasilkan oleh alat *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* memiliki hasil yang kurang tegak lurus. Hal ini dibuktikan dengan hasil pemotongan pada bagian atas antara sisi atas dan bawah memiliki jarak yang berbeda. Dimana, pada bagian atas hasil pemotongan memiliki kemiringan berkisar 1,23° hingga 1,8° sehingga menghasilkan *error* sebesar 2,86% hingga 9,62%. Namun, untuk hasil pemotongan dari sisi samping menghasilkan hasil pemotongan yang cukup tegak lurus Dimana memiliki besar kemiringan berkisar 0° hingga 0,82° yang menghasilkan *error* sebesar 0% hingga 1,48%. Berdasarkan data *error* yang terdapat pada tabel 2 dapat disimpulkan bahwa rancangan alat yang dibuat masih memiliki *error* kemiringan pada hasil pemotongan.

4. KESIMPULAN

Rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* ini memiliki fitur untuk mengatur posisi benda kerja yaitu dengan memutar poros sumbu X dan poros sumbu Y. Jarak pengaturan yang dapat dilakukan pada benda kerja untuk sumbu X yaitu sejauh 33 cm serta untuk pengaturan pada sumbu Y dapat dilakukan sejauh 17 cm. Alat ini dapat melakukan pemotongan serta pembuatan lubang pada benda kerja, namun hasil yang diberikan belum dapat melakukan pembuatan lubang dan pemotongan secara tegak lurus dan akurat karena dimana untuk pembuatan lubang masih memiliki kemiringan berkisar 0,33° hingga 2,45° sehingga untuk pengeboran menghasilkan *error* sebesar 0,46% hingga 14,85% sedangkan untuk pemotongan material menghasilkan kemiringan berkisar 0° hingga 1,8° dengan persentase hasil *error* yaitu sebesar 0% hingga 9,62%. Dari hasil pengujian simulasi pembebanan statis serta pengambilan data yang diperoleh dari beberapa temuan. Pada rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* dapat dikategorikan aman untuk digunakan dikarenakan pada hasil simulasi membuktikan dengan pemberian pembebanan 80 kg menghasilkan nilai *safety factor* minimum sebesar 91,79. Oleh karena itu Rancangan *jig and fixture* bor dan gerinda *portable* ini telah dinyatakan aman untuk proses pengerjaan pelubangan dan pemotongan benda kerja.

5. PERNYATAAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih pada semua pihak yang telah membantu dalam perancangan hingga pengujian alat *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.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]Ichsani, A.N., Fitriadi, R, "Perancangan alat bantu pada aktivitas manual palletizing dengan pendekatan ergonomi di PT. Tirta Investama Klaten," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, 7-16,2023.
- [2]Saptra, F.E., Rafli, R., "Modifikasi penutup pendingin oli pada pelindung bantalan turbin (turbine guide bearing)," *J. Tek. Mesin*, Vol. 7, No. 1, 31-39, 2021.
- [3]Veranika, R.M., Fauzie, M.A., Syah, S., dan Ali, M., "Modifikasi alatudukan pada mesin gerinda untuk pemotongan berbagai jenis kayu secara manual," *J. Desiminasi Teknol.*, Vol. 10, No. 1, 2022.
- [4]Saputra, D., Ardjo, A.S., Giyanto, "Rancang bangun *jig and fixture* gerinda luar otomatis kanvas rem tromol glp," *National Conference Of Industry Engineering And Technology*, Vol. 3, 157-168, 2022.
- [5]I. Setiawan *et al.*, "Penerapan *jig and fixture* pada produksi massal di industri manufaktur," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, Vol. 7, No. 2, 104, 2023.
- [6]Hanifah, P.S.K., Mindandi, Z.H., Nurrachman, A.P., Ramadhan, R.F., Ningsih, N.A, dan Laksono, P.W., "Pengembangan drilling *jig* rangka sandaran di laboratorium p3 teknik industri universitas sebelas maret menggunakan metode NIDA," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, 1-8, 2022.
- [7]Puspitasari, N.A., Marsono, Nugraha, M.P., "Simulasi stress analysis pembebanan statis dengan bantuan software solidworks pada hasil perancangan ladder frame chassis mobil listrik menggunakan material AISI

4340," *Semin. Nas. – XX Rekayasa dan Apl. Tek. Mesin di Ind.*, November, 25–33, 2021.

[8]Rahmi, M., Suliono, Badruzzaman, "Analisis kekuatan dan safety factor alat pengering ikan berbasis teknologi tenaga surya dan biomassa dengan metode finite element analysis," *Pros. 11th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, 26-27, 2020

[9]Husni, Thalib, S., Zubairi, A., "Pengaruh parameter pemotongan dan material pahat terhadap burr pada prosres gurdi baja tahan karat (stainless steel)," *J. Tek. Mesin.*, Vol. 10, No. 2, 46–51, 2022.

[10]Supriyono, Mulyanto, T., "Rancang bangun alat penyangga mesin bor tangan," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, Vol. 25, No. 3, 213–222, 2020.

[11]Iida, T., "Identifying causes of errors between two wave-related data using performance metrics," *Appl. Ocean Res.*, Vol. 148, 104024, 2024.