

Rancang Bangun Bracket Pointer Cetak 3D Berbahan ABS pada Mesin Laser Cutting CO₂

Dimas Ardiansyah Halim^{1*}, Muhammad Ariq Adyan², Joko Suparno², Anugerah Bima Wijaya³

¹ Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tidar Jl. Kapten Suparman 39
Potrobangsari, Magelang Utara, Jawa Tengah 56116

² Program Studi D3 Teknik Mesin, Akademi Teknik Wacana Manunggal Semarang Jl. Jagalan No.8, Kel.
Cebongan, Kec. Argomulyo, Kota Salatiga 50731

³ CV. Sarana Kreasi Teknologi Pondok Raden Patah 1, Sunan Kalijaga Timur No.27 28 blok K, Kec.
Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah 59563

*Email: dahalim@untidar.ac.id

Revisi 2 Mei 2025; Diterima 19 Juni 2025;; publikasi Online 30 Juni 2025

Abstrak, Ketepatan posisi titik potong merupakan aspek krusial dalam proses pemotongan menggunakan mesin laser cutting CO₂. Namun, operator sering mengalami kesulitan dalam menentukan titik awal pemotongan karena tidak adanya panduan visual yang presisi, terutama saat ruang material sangat terbatas. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun bracket pointer sebagai dukungan bagi modul laser pointer yang berfungsi memberikan panduan visual sebelum proses pemotongan dimulai. Proses rancang bangun dilakukan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, desain menggunakan perangkat lunak CAD, pembuatan prototipe dengan metode pencetakan 3D berbahan ABS, serta pengujian langsung pada mesin laser cutting CO₂. Parameter pencetakan yang digunakan dalam proses ini antara lain layer height 0,2 mm, infill density 4 mm, suhu nozzle 250°C, suhu heated bed 100°C, dan kecepatan cetak 60 mm/s. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan laser pointer secara signifikan membantu meningkatkan akurasi penempatan awal titik potong. Selain itu, penggunaan alat bantu ini mampu menghemat waktu pengaturan awal hingga 3 menit atau setara dengan peningkatan efisiensi waktu sebesar 14,3%. Bracket berfungsi dengan baik dalam kondisi normal, namun dapat mengalami sedikit pergeseran jika terjadi getaran berat pada mesin. Secara umum, prototipe ini dinilai efektif sebagai perangkat bantu dalam meningkatkan efisiensi proses setup dan kualitas produksi pada mesin laser cutting CO₂.

Kata kunci : akurasi pemoto, bracket pointer, cetak 3D, ABS, laser cutting CO₂.

1. Pendahuluan

Bracket merupakan komponen mekanik yang berfungsi sebagai penopang, pengunci, atau pengarah posisi komponen lain dalam sistem teknik. Penerapannya ditemukan di berbagai bidang seperti mesin CNC, laser cutting, otomotif, hingga kedokteran gigi dan ortodonti. Dalam konteks rekayasa teknik, Suparno et al. merancang dan membangun *bracket hose* dan *dust collector* berbasis cetak 3D untuk mesin CNC Router. Bracket tersebut menunjukkan deviasi dimensi sebesar 0,27 mm, namun tetap berfungsi presisi dan kokoh [1].

Dalam bidang ortodonti, konsep cetak 3D *in-office* untuk pembuatan *customized bracket* menggunakan *software* CAD dan material resin atau *slurry*. Penelitian ini memperlihatkan bahwa pencetakan *bracket* dapat dilakukan langsung di laboratorium ortodontik dengan tingkat presisi tinggi [2]. Perbandingan antara *bracket* 3D print dan produk komersial memperkuat penelitian tersebut. Bracket 3D print memiliki *slot height* yang jauh lebih baik dibandingkan dengan *bracket* komersial berbahan metal dan keramik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan antara dimensi aktual dan nominal hampir nol pada *bracket* 3D print, sementara *bracket* komersial menunjukkan selisih hingga +4,3% terhadap nilai *slot* yang dinyatakan [3]. Hal ini menunjukkan bahwa 3D printing telah menjadi pendekatan andal dalam menghasilkan komponen presisi tinggi, termasuk *bracket custom*.

Teknologi pencetakan 3D atau 3D printing telah berkembang menjadi metode manufaktur efektif untuk pembuatan komponen fungsional, bukan hanya *prototipe*. Fused Deposition Modeling (FDM) adalah metode yang paling umum digunakan, karena mudah, murah, dan cocok untuk produksi *part* teknik berukuran kecil hingga menengah [4]. Material ABS dipilih dalam banyak aplikasi karena memiliki kekuatan tarik yang baik dan ketahanan panas yang cukup stabil. Ketebalan *layer* dan kecepatan cetak

sangat memengaruhi kekuatan tarik material ABS, dengan kontribusi terbesar berasal dari ketebalan *layer* sebesar 40,74% [5], [6]. Temuan ini mendukung pemilihan material ABS untuk pembuatan *bracket* laser *pointer* karena memiliki kekuatan yang dapat diandalkan dalam menahan beban ringan seperti modul *pointer*, terutama jika diproses dengan parameter cetak yang optimal.

Parameter proses pencetakan juga memainkan peran penting dalam hasil akhir. Telaah Manikari dan Naveed mengenai kecepatan cetak adalah parameter dominan yang memengaruhi kekasaran permukaan ABS [7], [8]. *Layer thickness*, *flowrate*, dan *orientation* dalam proses *slicing* memengaruhi kualitas hasil cetak secara signifikan. Kajian Begovic menyoroti bahwa *wall thickness* dan *infill density* adalah faktor dominan terhadap kekuatan torsi pada roda gigi cetak 3D [9], [10]. Temuan ini menunjukkan pentingnya pengaturan parameter secara presisi dalam pembuatan komponen fungsional seperti *bracket pointer*.

Lebih lanjut, penelitian pengaruh suhu *nozzle*, *infill density*, dan pola pengisian berpengaruh terhadap kekuatan impak material PETG [11]. Adinata et al. menggunakan metode Taguchi untuk mengoptimalkan pencetakan PLA+, dengan temuan bahwa *layer height* dan *print speed* sangat berpengaruh terhadap kualitas produk [12]. Pendekatan rancang bangun berbasis simulasi dan pengujian dapat digunakan untuk menghasilkan alat bantu teknik fungsional seperti *shaking table* dengan basis desain CAD dan simulasi [13], [14]. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan serupa dapat diterapkan dalam pengembangan komponen fungsional seperti *bracket pointer*.

Dari penelitian dalam negeri, Tanjung merancang sambungan *bottom bracket* sepeda berbahan PLA yang diperkuat fiberglass dan dicetak 3D. Hasil simulasi menunjukkan *safety factor* tinggi, dan *bracket* mampu menahan beban hingga 80 kg [15]. Sementara itu, kajian Suranto tentang merancang *bracket* modular untuk MCB berbahan PLA, dan menunjukkan bahwa suhu cetak 230°C menghasilkan hasil cetak paling presisi yang dapat dipasang langsung pada instalasi listrik rumah tangga [16].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe *bracket* laser *pointer* berbahan ABS menggunakan metode FDM. *Bracket* ini akan diuji secara fungsional pada mesin laser cutting CO₂ untuk menilai kestabilan, kemudahan pemasangan, serta efektivitasnya dalam membantu operator menentukan titik awal pemotongan secara lebih presisi.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan metode *design and prototyping*, yang bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sebuah *prototipe bracket* laser *pointer* berbahan ABS yang dapat diaplikasikan pada mesin laser cutting CO₂. Proses penelitian dilakukan secara sistematis untuk mengevaluasi apakah desain *bracket* dapat berfungsi secara optimal sebagaiudukan modul laser *pointer*, serta mempertahankan kestabilannya selama proses pengoperasian mesin.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi komputer dengan perangkat lunak Autodesk Inventor untuk merancang desain *bracket*, serta *software* Ultimaker Cura sebagai *slicer* untuk menghasilkan file G-code dari model 3D. Proses pencetakan dilakukan menggunakan *printer* 3D BambuLab A1 dengan filamen ABS diameter 1,75 mm. Alat bantu lainnya antara lain kaliper digital untuk pengukuran dimensi, bor listrik dan mata bor 3 mm untuk pemasangan, serta obeng, kunci L, dan *cutter* untuk perakitan komponen. Modul laser *pointer* yang digunakan memiliki diameter sekitar 12,5 mm agar sesuai dengan desain klem *bracket*.



(a)

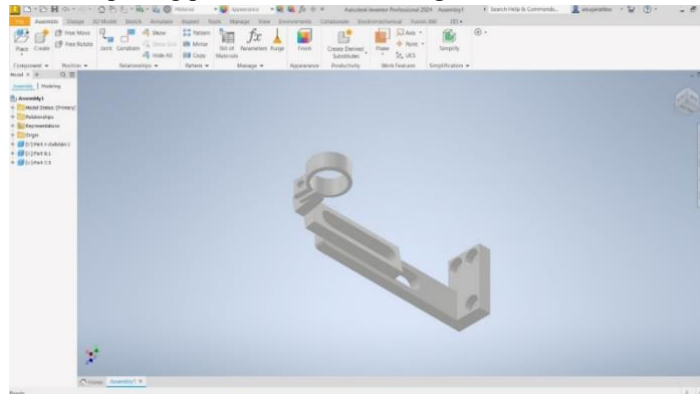


(b)

Gambar 1. (a) Material ABS, (b) 3D Print Bambulab A1

Penelitian ini menggunakan mesin laser *cutting* CO₂ dengan spesifikasi panjang gelombang 10,6 mikrometer dan daya antara 40 hingga 60 Watt. Mesin ini memiliki area kerja sebesar 500 mm × 300 mm, sistem fokus menggunakan lensa statis, dan digerakkan oleh *stepper* motor pada sumbu X dan Y. Mesin ini umumnya digunakan untuk memotong bahan kayu, akrilik, plastik, dan kain dengan tingkat akurasi tinggi.

Langkah-langkah penelitian dimulai dari identifikasi kebutuhan fungsional dan geometris *bracket* yang akan dipasang pada kepala mesin laser. Selanjutnya dilakukan proses perancangan menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD), dalam hal ini Autodesk Inventor, untuk menghasilkan model 3D dari komponen *bracket*. Model 3D kemudian diekspor dalam format STL dan dicetak menggunakan *printer* 3D BambuLab A1 dengan material ABS. Setelah proses pencetakan selesai, bagian-bagian *bracket* dirakit dan dipasang pada mesin laser *cutting* CO₂.



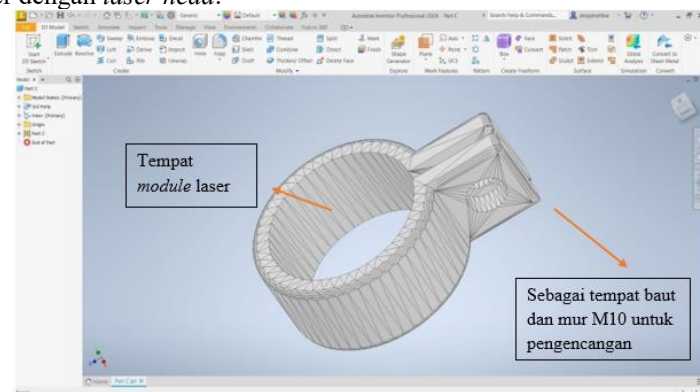
Gambar 2. Desain *Bracket*

Tahap berikutnya adalah pengujian performa *bracket*, yang meliputi evaluasi kestabilan *bracket* dalam menahan modul laser pointer, keakuratan proyeksi sinar untuk penentuan titik awal pemotongan, serta ketahanan material terhadap getaran dan panas selama pengoperasian mesin. Pengamatan dilakukan secara visual dan mekanis, disertai perbandingan hasil potong sebelum dan sesudah penggunaan laser pointer.

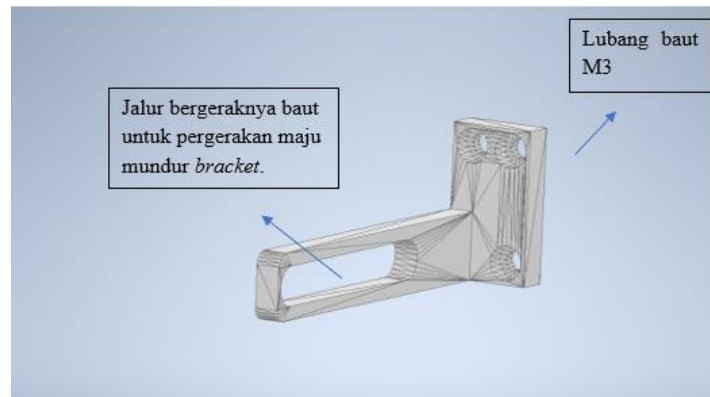
Hipotesis dari penelitian ini adalah bahwa *prototipe bracket* laser pointer berbahan ABS yang dirancang akan cukup kuat dan stabil untuk menahan modul laser pointer selama proses kerja mesin, serta mampu membantu operator dalam proses penyetelan titik potong dengan lebih efisien.

3. Hasil dan Diskusi

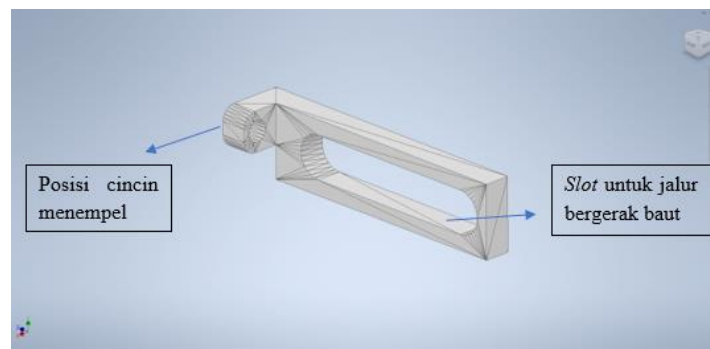
Proses rancang bangun *bracket pointer* dimulai dengan analisis kebutuhan fungsional dan ruang pemasangan pada kepala mesin laser *cutting* CO₂. Berdasarkan pengukuran langsung menggunakan kaliper digital, area pemasangan yang tersedia memiliki dimensi terbatas, sehingga desain *bracket* dibagi menjadi tiga bagian utama yang memungkinkan fleksibilitas dan penyesuaian posisi. Gambar 3 menunjukkan desain *bracket part 1* yang berfungsi untuk mencekam *module* laser pointer. Pada Gambar 4 dan Gambar 5 menampilkan desain *bracket part 2* serta *part 3* yang berfungsi untuk menyangga dan mengatur jarak module laser pointer dengan *laser head*.



Gambar 3. Desain *Bracket Part 1*

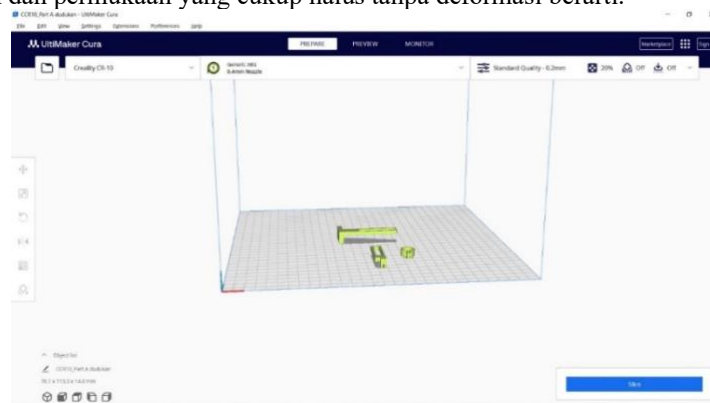


Gambar 4. Desain *Bracket Part 2*



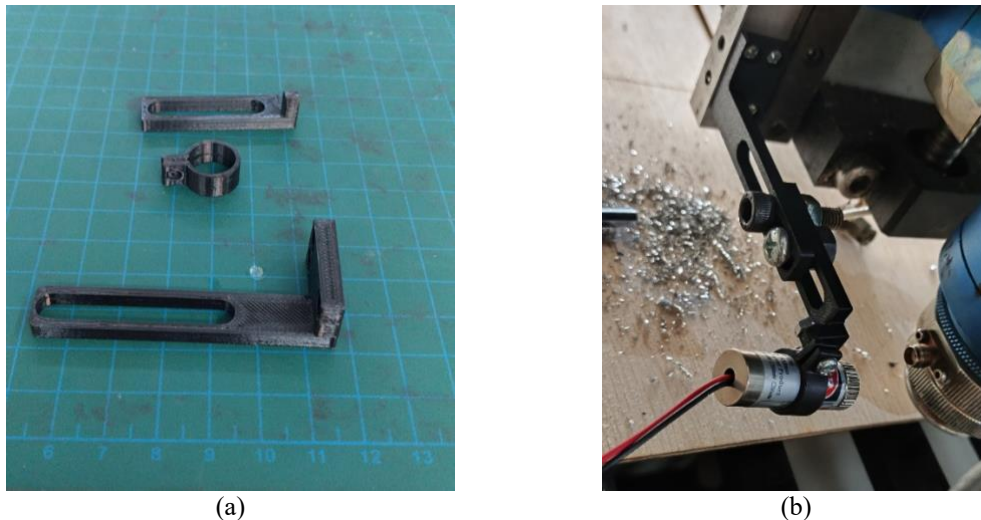
Gambar 5. Desain *Bracket Part 3*

Desain dibuat menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor, dengan mempertimbangkan tiga sumbu gerak: penguncian terhadap mesin, pergeseran arah sumbu Y, serta rotasi untuk mengatur arah sinar laser pointer. Model 3D dari ketiga bagian tersebut kemudian diekspor dalam format STL dan diolah menggunakan software Ultimaker Cura pada Gambar 6. Parameter pencetakan disesuaikan dengan karakteristik material ABS, yaitu *nozzle temperature* 240°C, *bed temperature* 100°C, dan kecepatan cetak 50 mm/s. Proses pencetakan dilakukan dengan printer 3D BambuLab A1, menghasilkan komponen dengan bentuk sesuai desain dan permukaan yang cukup halus tanpa deformasi berarti.



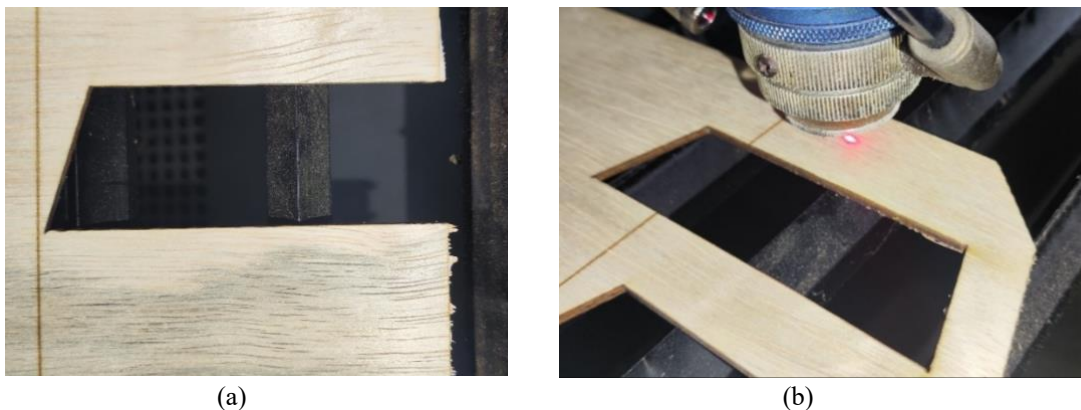
Gambar 6. Proses *setting slicing*

Setelah proses cetak selesai, *bracket* dirakit secara manual menggunakan obeng dan kunci L. Modul laser *pointer* dipasang pada cincin klem di bagian paling depan *bracket*, dan kabel daya disambungkan ke terminal *kontaktor* mesin. Seluruh sistem dirancang agar *pointer* dapat menyala saat mesin diaktifkan, memberi panduan visual kepada operator sebelum pemotongan dimulai. Hasil rakitan menunjukkan bahwa *bracket* dapat terpasang dengan baik tanpa mengganggu gerakan kepala laser ditunjukkan pada Gambar 7. Dimensi dan posisi *bracket* telah disesuaikan agar sinar laser *pointer* tepat mengarah ke titik tengah *nozzle*.



Gambar 7. (a) Hasil cetakan 3D *Print* setelah dibersihkan, (b) Pemasangan *Bracket* Pada Mesin

Pengujian fungsi dilakukan dengan membandingkan proses pemotongan material kayu menggunakan mesin laser *cutting* CO₂ dalam dua kondisi: tanpa menggunakan laser *pointer*, dan setelah laser *pointer* dipasang dengan bantuan *bracket*. Pada kondisi awal, proses setup titik potong membutuhkan waktu lebih lama karena operator harus memperkirakan posisi awal pemotongan, yang sering kali menghasilkan jalur potong yang tidak akurat, terutama pada material dengan batas dimensi sempit.



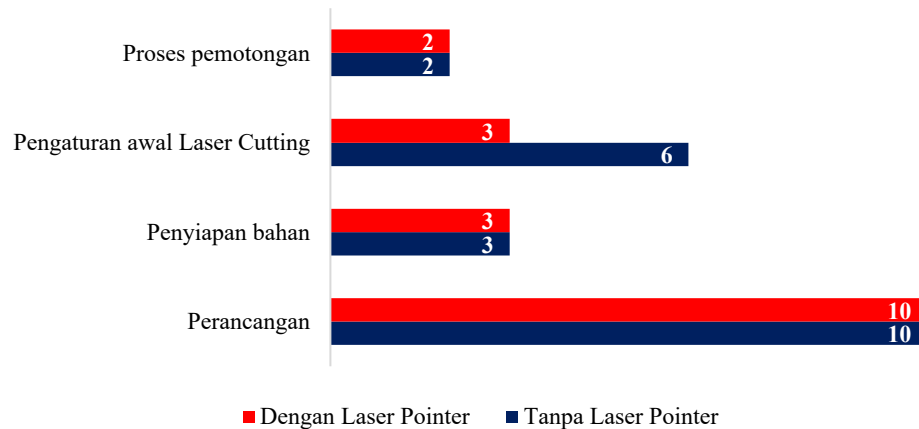
Gambar 8. (a) Hasil potongan sebelum *framing* dengan *pointer*, (b) potongan setelah *framing* dengan *pointer*

Gambar 8 menunjukkan perbandingan hasil pemotongan sebelum dan sesudah penggunaan laser pointer untuk proses framing pada mesin laser cutting CO₂. Pada Gambar 8(a), terlihat jelas bahwa hasil potongan mengalami kesalahan posisi, di mana bagian tepi material terpotong tidak simetris dan bahkan keluar dari area kerja yang seharusnya. Hal ini terjadi karena penentuan titik awal pemotongan dilakukan secara manual tanpa bantuan visual, sehingga operator kesulitan memperkirakan batas aman area potong, terutama pada material dengan ruang kerja terbatas.

Sebaliknya, Gambar 8(b) menunjukkan hasil potongan yang jauh lebih presisi setelah dilakukan proses framing menggunakan modul laser pointer yang dipasang dengan bracket hasil cetak 3D. Proyeksi sinar dari pointer memudahkan operator dalam mengatur posisi awal pemotongan secara akurat, sehingga seluruh bagian desain terpotong sempurna tanpa melewati batas material.

Selain meningkatkan akurasi, penggunaan laser pointer juga mempercepat proses setup. Berdasarkan hasil pengukuran waktu sebelumnya, terdapat penghematan waktu hingga 3 menit atau 14,3% pada proses pengaturan awal ditunjukkan pada Gambar 9. Efisiensi ini sangat berarti dalam sistem kerja produksi yang bersifat berulang atau massal.

Dengan demikian, penggunaan bracket laser pointer tidak hanya meningkatkan kecepatan setup tetapi juga mampu mencegah kesalahan potong yang dapat menyebabkan pemborosan material dan waktu produksi.



Gambar 9. Perbandingan waktu

Namun demikian, pengujian juga menunjukkan bahwa pada kondisi getaran mesin yang tinggi, misalnya saat material lebih tebal dipotong dengan kecepatan tinggi, terjadi sedikit pergeseran posisi *bracket*. Hal ini disebabkan oleh getaran yang menimbulkan kelonggaran pada sambungan klem atau baut pengunci. Meskipun tidak signifikan, kondisi ini dapat mengganggu akurasi *framing* apabila tidak diperhatikan. Maka dari itu, perancangan ulang bagian pengunci atau penambahan elemen peredam getaran disarankan untuk iterasi prototipe berikutnya.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan laser *pointer* yang ditopang oleh *bracket* cetak 3D mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi proses setup pada mesin laser *cutting* CO₂. Dengan perbaikan lanjutan, sistem ini memiliki potensi untuk diadopsi secara luas pada lini produksi yang membutuhkan ketepatan tinggi.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun prototipe *bracket pointer* berbahan ABS menggunakan teknologi 3D *printing* dengan metode FDM. *Bracket* dirancang secara modular agar dapat dipasang pada kepala mesin laser *cutting* CO₂ dan menopang modul laser *pointer* sebagai alat bantu visual dalam proses penyetelan titik potong awal.

Proses pencetakan menggunakan parameter *layer height* 0,2 mm, *infill density* 4 mm, suhu *nozzle* 250°C, suhu bed 100°C, dan kecepatan cetak 60 mm/s menghasilkan cetakan yang presisi dan sesuai dengan desain CAD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan laser *pointer* secara signifikan membantu operator dalam melakukan *framing* posisi awal dengan lebih cepat dan akurat.

Penggunaan laser *pointer* terbukti mampu menghemat waktu setup sebesar 3 menit, yaitu dari 21 menit menjadi 18 menit. Hal ini menunjukkan efisiensi waktu sebesar 14,3% dalam proses produksi secara keseluruhan. Selain itu, penggunaan laser *pointer* juga mampu menghindari kesalahan pemotongan yang dapat menyebabkan terpotongnya bagian material di luar batas yang direncanakan.

Bracket berfungsi dengan baik dalam kondisi operasi normal, meskipun terdapat sedikit pergeseran posisi saat terjadi getaran berat pada mesin. Hal ini menjadi catatan untuk pengembangan desain penguncian yang lebih kokoh di masa depan.

Secara umum, prototipe *bracket* ini dinilai efektif sebagai perangkat bantu yang dapat meningkatkan efisiensi setup dan akurasi pemotongan pada mesin laser *cutting* CO₂. Penelitian ini juga membuktikan bahwa teknologi 3D *printing* dapat digunakan untuk memproduksi komponen fungsional yang dapat langsung diterapkan dalam aplikasi teknik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada CV. Sarana Kreasi Teknologi yang telah memberikan izin penggunaan mesin laser *cutting* CO₂ selama proses desain dan pengujian prototipe.

Daftar Pustaka

- [1] J. Suparno, A. B. Wijaya, D. A. Halim, and A. R. Ramadhan, "Hose and Dust Collector Bracket Design with 3D Printer Material PETG Filament for CNC Router," *Vokasi Mek.*, vol. 6, no. 3, pp. 341–347, 2024.
- [2] N. C. Panayi, "3D Printing of in Office Custom-Made Brackets: Concept, Design, Production and Evidence," *Semin. Orthod.*, vol. 29, no. 1, pp. 11–16, 2023.
- [3] L. Bruculeri, C. Carpanese, M. Palone, and L. Lombardo, "In-House 3D-Printed vs. Conventional Bracket: An In Vitro Comparative Analysis of Real and Nominal Bracket Slot Heights," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 19, pp. 1–10, 2022, doi: 10.3390/app121910120.
- [4] S. Rouf, A. Raina, M. Irfan Ul Haq, N. Naveed, S. Jeganmohan, and A. Farzana Kichloo, "3D Printed Parts and Mechanical Properties: Influencing Parameters, Sustainability Aspects, Global Market Scenario, Challenges and Applications," *Adv. Ind. Eng. Polym. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 143–158, 2022, doi: 10.1016/j.aiepr.2022.02.001.
- [5] Pristiansyah; Hardiansyah; Sugiyarto, "Optimasi Parameter Proses 3D Printing FDM Terhadap Akurasi Dimensi Menggunakan Filament Eflex," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 11, no. 01, pp. 0–7, 2019, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/289929-optimasi-parameter-proses-3d-printing-fd-bc4a4103.pdf>
- [6] M. Alfidera, A. Finali, C. Anam, A. Fauzi, and P. Bhisma, "Pengaruh Parameter Eksternal Proses 3D Printing Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Cetak Filament PLA +," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 24, no. 2, pp. 71–76, 2024.
- [7] R. S. Manikari, M. S. Y. Lubis, and R. Rosehan, "Pengaruh Parameter Proses 3D Printing Terhadap Kualitas Prototype Ruas Jari Telunjuk Palsu menggunakan Metode Anova," *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 7, no. 5, pp. 6503–6514, 2022.
- [8] N. Naveed and M. N. Anwar, "Optimising 3D Printing Parameters Through Experimental Techniques and ANOVA-Based Statistical Analysis," *SPE Polym.*, vol. 5, no. 2, pp. 228–240, 2024, doi: 10.1002/pls2.10122.
- [9] E. Begovic, I. Plancic, S. Ekinovic, and A. Sarajlic, "FDM 3D Printing Process Parameters Optimization Using Taguchi Method for Improving the Gear Strength," *Int. J. Adv. Res.*, vol. 10, no. 03, pp. 782–788, 2022, doi: 10.21474/ijar01/14448.
- [10] H. Hasdiansyah and S. Sugiyarto, "Pengaruh Setting Parameter pada Slicing Software terhadap Surface Roughness Objek 3D Printing Menggunakan Metode Taguchi," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 3, pp. 319–328, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>
- [11] T. Triadi, S. D. Hariyanto, and T. Rusianto, "Pengaruh Parameter Proses Manufacturing Menggunakan 3D Printer Jenis FDM terhadap Ketangguhan Material Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG)," *J. Mech. Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 60–66, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.untidar.ac.id/index.php/mechanical/index>
- [12] B. Adinata and Z. Sirwansyah Suzen, "Pengaruh Parameter Proses 3D Printing Menggunakan Filamen Esun PLA + Menggunakan Metode Taguchi," in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, 2021, pp. 323–329.
- [13] D. A. P. Mone, J. U. Jasron, and D. B. N. Riw, "Pengembangan Alat Shaking Table Dalam Eksperimentasi Pemisahan Pasir Besi," *Din. Tek. Mesin Unkhair*, vol. 9, no. 1, pp. 24–31, 2024.
- [14] H. H. Mahajan, O. R. Gule, and A. P. Malpure, "Design and Optimization of 3D Printing Process Parameters," 2024. [Online]. Available: https://scholar.google.com.au/scholar?q=DESIGN+AND+OPTIMIZATION+OF+3D+PRINTING+PROCESS+PARAMETERS+Mahajan+H&hl=en&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar
- [15] N. F. W. Tanjung, "Perancangan dan Pembuatan Sambungan Bottom Bracket Sepeda Menggunakan 3D Printer dengan Perkuatan Lapisan Fiberglass," UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA, 2022.
- [16] D. Suranto, "Perancangan dan Pembuatan Prototipe Bracket MCB (Miniatur Circuit Breaker) Untuk Modul Timer Otomatis Menggunakan 3D Printer," 2022.