

## *Jig and Fixture Redesign for Making Reamer on Head Cylinder*

**Bella Cornelia Tjiptady<sup>1</sup>, Rifki Zainur Rahman<sup>2</sup>, Ratna Fajarwati Meditama<sup>3</sup>,  
Gede Widayana<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Islam Raden Rahmat, Malang, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

<sup>3</sup> Universitas Islam Raden Rahmat, Malang, Indonesia

<sup>4</sup> Universitas Pendidikan Ganesha, Bali, Indonesia

e-mail: bella\_tjiptady@uniramalang.ac.id, rifkizainurrahman22@gmail.com,  
ratna.fajarwati@uniramalang.ac.id, gede.widayana@undiksha.ac.id

### **Abstrak**

Proses produksi telah banyak berevolusi dengan diperkenalkannya konsep manufaktur inovatif yang handal. Salah satu komponen mesin yang banyak diproduksi adalah *cylinder head*. *Cylinder head* harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama *engine* bekerja. Oleh sebab itu umumnya *cylinder head* dibuat dari besi tuang. Kendala yang ada saat ini yaitu proses pembuatan *cylinder head* kurang efektif dan efisien karena ketika menetapkan sudut untuk membuat reamer berbasis manual, selain itu setting benda kerja tidak otomatis sehingga membutuhkan waktu yang terlalu lama. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan adanya *jig* dan *fixture*. Metode penelitian yang digunakan adalah metodologi perancangan *fixture* (*Society of Manufacturing Engineers*). Berdasarkan hasil analisis, terdapat kelebihan dari *jig* dan *fixture* yang telah dirancang ulang yaitu: 1) memiliki stoper yang berfungsi untuk memberhentikan benda kerja, dengan sudut yang sudah ditentukan sehingga tidak perlu mensetting sudut kembali; 2) tidak mudah bergeser apabila *fixture* dipasang dan sejajar di meja frais; 3) terdapat dua engsel sehingga lebih *balance*; 4) pemasangan tidak rumit sehingga tidak memakan banyak waktu dalam pembuatan produk.

**Kata kunci:** *Jig and fixture; redesign; head cylinder*

### **Abstract**

The production process has evolved a lot with the introduction of innovative reliable manufacturing concepts. One of the engine components that are widely produced is the *cylinder head*. The *cylinder head* must withstand high temperatures and pressures while the engine is running. Therefore, generally the *cylinder head* is made of cast iron. The current constraint is that the *cylinder head* manufacturing process is less effective and efficient because when setting the angle to make the reamer a manual basis, besides that the workpiece setting is not automatic so it takes too long. The solution to this problem is the presence of *jigs* and *fixtures*. The research method used is the *fixture design* methodology (*Society of Manufacturing Engineers*). Based on the results of the analysis, there are advantages to the redesigned *jig* and *fixture*, namely: 1) it has a stoper which functions to stop the workpiece, at a predetermined angle so that there is no need to set the angle again; 2) it does not move easily when the *fixture* is installed and parallel to the milling table; 3) there are two hinges so that it is

more balanced; 4) installation is not complicated so it does not take much time to manufacture the product.

**Keywords :** Jig and fixture; redesign; head cylinder.

## 1. PENDAHULUAN

Permintaan yang tinggi akan kebutuhan produk manufaktur telah berkembang pesat (Tjiptady *et al*, 2020). Oleh karena itu untuk dapat memenuhi permintaan kebutuhan tersebut, produsen selalu berusaha melakukan cara inovatif sehingga dapat membuat produk berkualitas tinggi dengan lebih cepat (Ma *et al*, 2020). Proses produksi telah banyak berevolusi dengan diperkenalkannya konsep manufaktur inovatif yang handal (Marsono, *et al*, 2020). Pada dasarnya perusahaan manufaktur yang berkompeten selalu menuntut hasil kerja yang cepat, efisien, dan sederhana (Lu *et al*, 2020). Sehingga diperlukan strategi produksi (Basuki *et al*, 2020). Strategi tersebut juga sangat bergantung pada komponen mesin dan benda kerja (Tjiptady *et al*, 2020). Salah satu komponen mesin yang banyak diproduksi adalah *cylinder head*. *Cylinder head* adalah salah satu komponen utama mesin yang dipasangkan pada blok silinder dan diikat menggunakan baut (Jing *et al*, (2018). Menurut Fonte *et al*, (2019) *cylinder head* yaitu komponen penutup blok silinder yang bertugas menutup rongga silinder, dimana ruang yang ditutup tersebut adalah ruang pembakaran. Sehingga, dengan adanya penutup ini maka pembakaran bisa terjadi. Pada dasarnya *cylinder head* merupakan bagian terpenting dari pembakaran ruang karena menanggung beban mekanis dan termal. Berdasarkan hasil penelitian Jing *et al*, (2018) komposisi kimiawi fraktur *cylinder head* sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi Kimiawi Fraktur

No	Element	Weight(%)	Atomic(%)
1	C	18.07	41.26
2	O	14.76	25.30
3	Si	0.93	0.91
4	Fe	66.24	32.53
Total		100.00	100.00

(Sumber: Jing *et al*, 2018)

Berdasarkan Tabel 1. komposisi kimia fraktur *cylinder head* harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama *engine* bekerja. Oleh sebab itu umumnya *cylinder head* dibuat dari besi tuang. Kendala yang ada saat ini yaitu proses pembuatan *cylinder head* kurang efektif dan efisien karena ketika menetapkan sudut untuk membuat reamer masih manual selain itu setting benda kerja tidak otomatis sehingga terlalu lama. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan adanya *jig* dan *fixture* (Kumar *et al*, 2019).

*Jig* dan *fixture* adalah peralatan mesin yang digunakan untuk memfasilitasi produksi (operasi permesinan, perakitan dan inspeksi). Penggunaan *jig* dan *fixture* sangat bermanfaat karena dapat meningkatkan pembuatan produk lebih cepat dan lebih akurat dengan pengurangan biaya (Siva *et al*, 2019). Menurut Nee *et al*, (1987) desain *jig* dan *fixture* memainkan peran penting pada tahap perencanaan set up. Desain *Jig* dan *fixture* yang tepat sangat penting dalam hal pengembangan kualitas produk.

Gameros *et al*, (2019) menyatakan bahwa *Jig* dan *fixture* adalah perangkat yang membantu individu dalam pengerjaan pekerjaan bidang mesin. Menurut Kamble & Mathew (2020) *jig* dan *fixture* adalah perangkat atau alat penahan kerja yang unik yang dirancang khusus untuk pemesinan dan perakitan sejumlah besar bagian mesin. Kampker *et al*, (2019)

menyatakan bahwa tujuan penggunaan jig dan *fixture* yaitu mengurangi biaya produksi, peningkatan laju produksi, akurasi produk yang tinggi tanpa cacat produksi, penyediaan dapat dipertukarkan, pemesinan mudah dari bagian berbentuk kompleks, pengurangan biaya kendali mutu, dll. Pada dasarnya jig dan *fixture* mampu mengurangi kebutuhan akan pengaturan khusus untuk setiap benda kerja sehingga memfasilitasi produksi dan juga memastikan bahwa setiap benda kerja diproduksi dalam toleransi yang telah ditentukan sebelumnya.

Dapat disimpulkan bahwa *jig* dan *fixture* adalah alat dengan tujuan khusus yang digunakan untuk menjaga akurasi dan memastikan produksi massal dalam pembuatan komponen apa pun. Produksi massal didasarkan pada pertukaran dimana setiap bagian akan diproduksi dengan toleransi yang diberikan. Dalam pembuatan *jig* dan *fixture* diperlukan pertimbangan untuk tahap awal desain. Setelah *jig* dan *fixture* dirancang dengan akurasi yang sesuai standart, maka dapat menghasilkan bagian identik dari objek tertentu tanpa pengaturan tambahan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Krznrar *et al*, (2016) yaitu apabila jig dan *fixture* diatur dengan benar, maka sejumlah duplikat komponen dapat langsung diproduksi tanpa pengaturan tambahan.

Seloane *et al*, (2020) mengamati bahwa keuntungan utama jig dan *fixture* adalah daya tahan, pengurangan setup, peningkatan produktivitas, mengurangi pengambilan keputusan di operasi yang dipilih dari komponen standar. Selanjutnya perbedaan utama antara *jig* dan *fixture* yaitu jig berfungsi untuk memandu alat pemotong ke posisi yang tepat, juga mencari dan mendukung benda kerja selama operasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa jig adalah perangkat yang memandu alat, sedangkan *fixture* adalah perangkat yang menahan pekerjaan di posisinya selama operasi pemesinan.

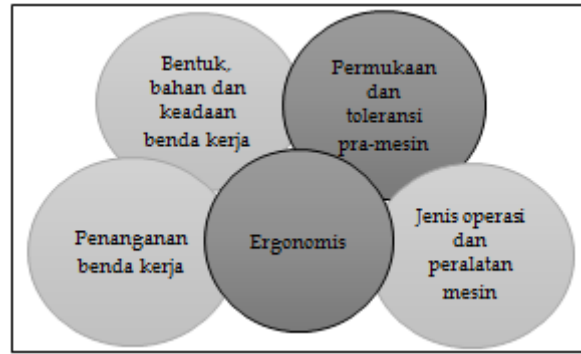
## 2. METODE

*Fixture* adalah sebuah alat bantu produksi yang digunakan untuk membantu memegang dan melokasikan benda kerja dengan cepat tanpa kesalahan Craig *et al*, (2020). Keberhasilan rancangan *fixture* dipengaruhi oleh beberapa aspek, diantaranya adalah aspek peletakan benda kerja, pencekaman, penanganan, kelonggaran, kekakuan atau stabilitas, material, dan toleransi (Choong *et al*, 2020)

Desain *jig* dan *fixture* yang benar diatur oleh beberapa faktor di antaranya yaitu ditentukan melalui:

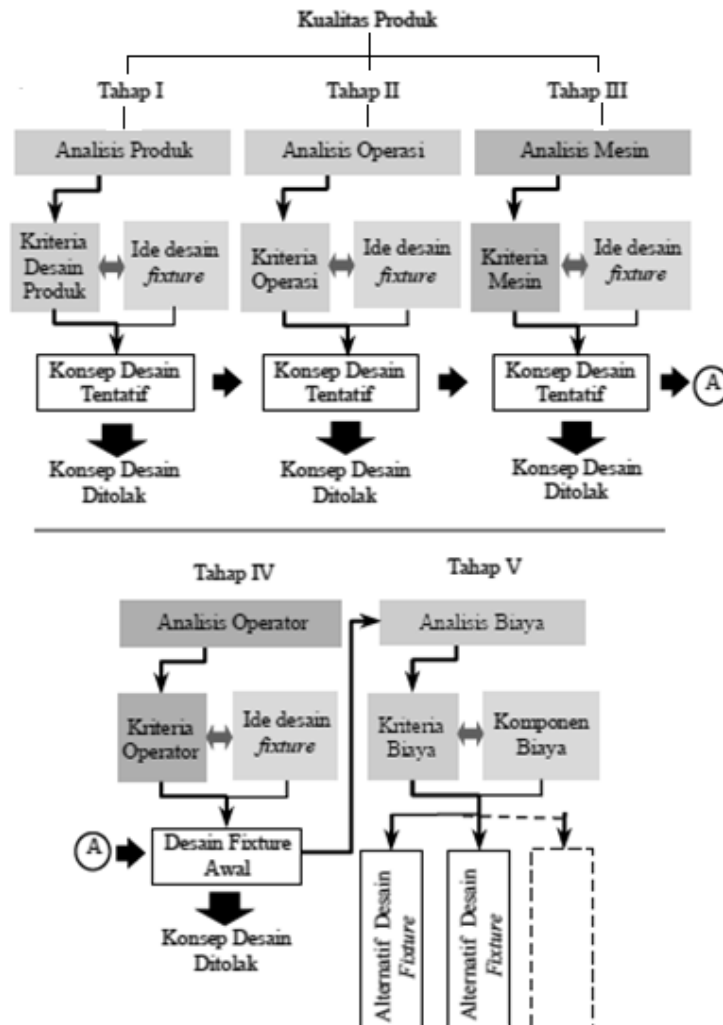
- a. Ukuran penjepit tertentu, yaitu tergantung pada gaya penjepit
- b. Mode dan kecepatan aktuasi,
- c. Jenis operasi pemesinan
- d. Fitur dan pertimbangan keselamatan,
- e. Di sisi lain, tidak pernah bisa sepenuhnya tergabung dalam algoritma tanpa penilaian yang tepat dari seorang desainer berpengalaman.

Selanjutnya faktor umum yang harus dipertimbangkan saat mendesain *jig* dan *fixture* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode perancangan jig dan fixture

Agar diperoleh hasil rancangan yang baik, maka proses perancangan dilakukan secara sistematis dengan menggunakan metodologi perancangan fixture seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Metode perancangan jig dan fixture

Langkah awal yang dilakukan pada Gambar 2. yaitu melakukan analisis produk. Analisis produk tersebut bertujuan untuk merancang serta menganalisis produk *cylinder head*. Ide awal desain fixture dituangkan dalam bentuk gambar sesuai dengan kriteria desain produk, selanjutnya dianalisis kelayakan gambar produk tersebut. Langkah kedua yaitu

adanya analisis operasi pemesinan. Langkah yang dilakukan pada tahap tersebut yaitu mengkaji serta menyeleksi prosedur yang sesuai dengan aturan atau SOP pada gambar produk. Pada dasarnya diperlukan kemampuan untuk menghasilkan toleransi yang akurat, oleh karena itu untuk membuat *cylinder head* harus sangat teliti.

Langkah ketiga yaitu adanya analisis mesin dengan cara menyesuaikan produk dengan kriteria, kondisinya serta kemampuan mesin yang ada. Batasan mesin yang harus diperhatikan diantaranya adalah panjang dan lebar meja mesin, pergerakan vertikal meja mesin, sistem penekaman yang tersedia pada mesin, ketersediaan sistem pendingin, dan kemampuan mesin lainnya untuk menyelesaikan produk. Langkah keempat yaitu analisis operator, langkah ini penting dilakukan karena menyangkut keamanan operator saat pengoperasian *fixture*. *Jig* dan *fixture* yang dipilih harus memiliki penekaman yang presisi agar produk yang dihasilkan juga presisi. Selanjutnya pada langkah terakhir yaitu analisis biaya. Aspek biaya bermanfaat sebagai bahan kajian dalam mempertimbangkan sisi aspek ekonomis dari rancangan *jig* dan *fixture*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan pada proses manufaktur dari produk *cylinder head* melalui observasi serta dengan mencatat informasi dan berdiskusi dengan operator mesin maka diperoleh dokumentasi berupa produk *cylinder head* dan *fixture* yang dirancang untuk digunakan pada bengkel. *Fixture* yang dirancang tersebut digunakan untuk mempermudah pekerja dalam membuat reamer pada *cylinder head* yang ditunjukkan pada Gambar 4. Sedangkan pada Gambar 3. Menunjukkan produk *cylinder head*.



Gambar 3. Produk *Cylinder Head*

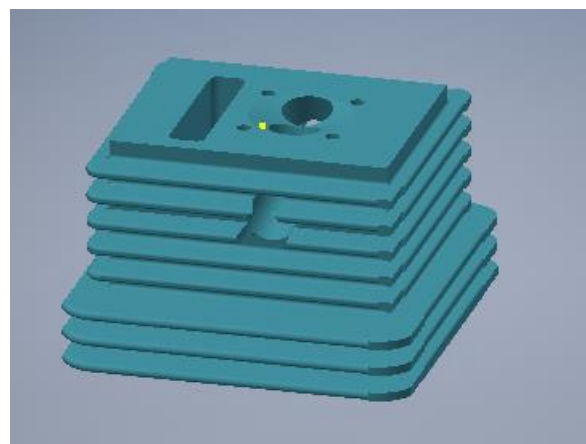
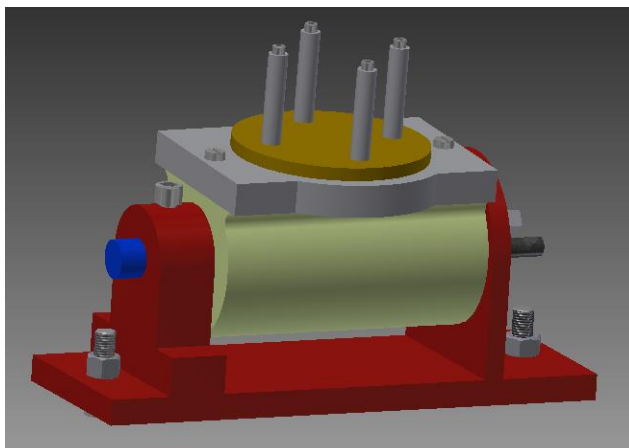


Gambar 4. *Fixture* dari bengkel Fita Jaya

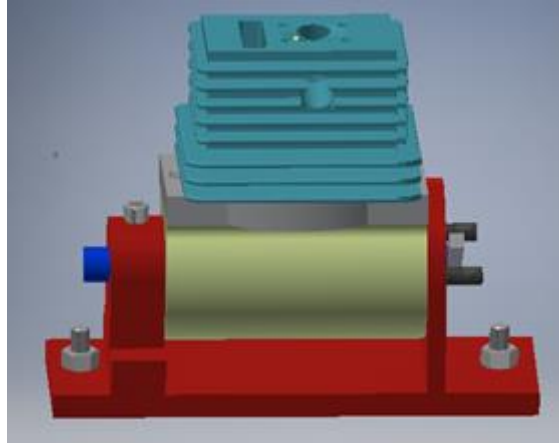
Analisa *fixture* dari Bengkel Fita Jaya yaitu Kelebihan *fixture* yaitu dapat mempermudah membuat reamer pada *cylinder head* saat pengefraisan. Sedangkan kekurangan *fixture* adalah:

- a. Kurang Efektif dan Efisien karena masih menggunakan ragum
- b. Penetapan sudut untuk membuat reamer masih manual
- c. setting benda kerja terlalu lama

Berdasarkan kekurangan *fixture* dari Bengkel Fita Jaya, maka revisi *fixture* yang dibuat oleh peneliti yaitu ditunjuk sebagai berikut. Pada bagian landasan terdapat silinder yang berfungsi sebagai sudut pengukuran yang sudah di tetapkan sehingga akan mempermudah saat men-*setting* sudut pada saat membuat reamer. Gambar 5. Dan 6 menunjukkan *redesign jig* dan *fixture cylinder head*.



Gambar 5. *Jig* dan *Fixture Cylinder Head*



Gambar 6. Gambar Keseluruhan Jig dan Fixture Cylinder Head

Pada dasarnya pemilihan desain adalah proses pemilihan konsep yang telah dievaluasi sesuai dengan persyaratan dan kriteria yang dibutuhkan ketika membandingkan kekuatan relatif dan kelemahan konsep tersebut. Secara berurutan untuk memilih konsep akhir jig, metode seleksi yang dipilih. Cara tersebut dapat membantu desainer untuk membuat keputusan agar menghasilkan desain terbaik.

Cara kerja *jig* dan *fixture cylinder head* yaitu:

- a. melakukan setting pahat frais terlebih dahulu dimana pahat frais yang digunakan adalah pahat yang sudah termodifikasi seperti bentuk huruf L.
- b. Kemudian siapkan *fixture* dan benda kerja.
- c. Benda kerja yang di observasi yaitu *cylinder head* mesin motor GL.
- d. Selanjutnya pasang benda kerja pada *fixture*.
- e. Kunci menggunakan mur agar kuat dan tidak bergeser.
- f. Menentukan sudut mana saja yang akan dikerjakan
- g. Kencangkan baut *stopper* engsel.

Menurut Vijaya *et al*, (2020) *jig* dan *fixture* merupakan peralatan yang terikat secara tetap pada mesin utama. Alat Bantu *jig* dan *fixture* banyak digunakan pada pertukangan kayu, pembentukan logam, dan beberapa kerajinan lainnya yang membantu untuk mengontrol lokasi atau gerakan dari alat potong (Schuh *et al*, 2020). Tohidi & Algeddawy (2016) menyatakan bahwa pada dasarnya beberapa jenis *jig* juga disebut alat bantu atau juga pengarah.

Selanjutnya hasil analisis setelah melakukan *redesign jig* dan *fixture head cylinder* yaitu terdapat beberapa kelebihan *fixture* yang telah direvisi sebagai berikut.

- a. Terdapat stoper yang berfungsi untuk memberhentikan benda kerja, dengan sudut yang sudah ditentukan sehingga tidak perlu mensetting sudutnya lagi
- b. Tidak mudah bergeser apabila *fixture* dipasang dan sejajar di meja frais
- c. Terdapat 2 engsel sehingga lebih *balance*
- d. Pemasangan tidak rumit (mudah) tidak memakan banyak waktu

Berdasarkan hasil penelitian, proses pembuatan *fixture* yaitu menggunakan mesin bubut, mesin frais, selanjutnya sebagian dari part disambungkan dengan las dan ada juga yang disambungkan dengan baut.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada dasarnya untuk dapat memenuhi permintaan kebutuhan industri yang semakin meningkat, produsen selalu berusaha melakukan cara inovatif sehingga dapat membuat produk berkualitas tinggi dengan lebih cepat. Proses produksi telah banyak berevolusi dengan diperkenalkannya konsep manufaktur inovatif yang handal. Salah satu komponen mesin yang banyak diproduksi adalah *cylinder head*. *Cylinder head* harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang tinggi selama *engine* bekerja. Oleh sebab itu umumnya *cylinder head* dibuat dari besi tuang.

Kendala yang ada saat ini yaitu proses pembuatan *cylinder head* kurang efektif dan efisien karena ketika menetapkan sudut untuk membuat reamer berbasis manual, selain itu setting benda kerja tidak otomatis sehingga membutuhkan waktu yang terlalu lama. Solusi dari permasalahan tersebut yaitu dengan adanya *jig* dan *fixture*.

Metode penelitian yang digunakan adalah metodologi perancangan *fixture* (*Society of Manufacturing Engineers*). Berdasarkan hasil analisis, terdapat kelebihan dari *jig* dan *fixture* yang telah dirancang ulang yaitu: 1) memiliki stoper yang berfungsi untuk memberhentikan benda kerja, dengan sudut yang sudah ditentukan sehingga tidak perlu mensetting sudut kembali; 2) tidak mudah bergeser apabila *fixture* dipasang dan sejajar di meja frais; 3) terdapat dua engsel sehingga lebih *balance*; 4) pemasangan tidak rumit sehingga tidak memakan banyak waktu dalam pembuatan produk.

Saran bagi peneliti selanjutnya yaitu paper ini dapat bermanfaat sebagai rujukan dan literasi yang mendukung terkait dengan *jig* dan *fixture redesign head cylinder*, selain itu perlu adanya perhitungan yang akurat untuk mendukung perancangan *jig* dan *fixture* agar hasil semakin maksimal.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Basuki, B., Yoto., Suyetno A., & Tjiptady, B. C. (2020). Management Model of Manufacturing Workshop/Laboratory of Vocational Education in the Industry 4.0. *4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, Malang, Indonesia, 2020, pp. 127-130, doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9230188.
- Choong, G. Y. H., Canciani, A., & Defocatiis, D. S. A. (2020). An Adaptable Flexural Test Fixture for Miniaturised Polymer Specimens. *Polymer Testing*, 85, 106430. doi:10.1016/j.polymertesting.2020.106430
- Craig, O., Picavea, J., Gameros, A., Axinte, D., & Lowth, S. (2020). Conformable Fixture Systems With Flexure Pins For Improved Workpiece Damping. *Journal of Manufacturing Processes*, 50, 638–652. doi:10.1016/j.jmapro.2019.12.045
- Fonte, M., Reis, L., Infante, V., & Freitas, M. (2019). Failure Analysis of Cylinder Head Studs of a Four Stroke Marine Diesel Engine. *Engineering Failure Analysis*. doi:10.1016/j.engfailanal.2019.03.026
- Gameros, A., Lowth, S., Axinte, D., Nagy-Sochacki, A., Craig, O., & Siller, H. R. (2017). State-Of-The-Art In Fixture Systems For The Manufacture And Assembly Of Rigid Components: A Review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 123, 1–21. doi:10.1016/j.ijmachtools.2017.07.004



- Jing, G. X., Zhang, M. X., Qu, S., Pang, J. C., Fu, C. M., Dong, C., Zhang, Z. F. (2018). *Investigation into diesel engine cylinder head failure. Engineering Failure Analysis, 90*, 36–46. doi:10.1016/j.engfailanal.2018.03.008
- Kamble, V. D., & Mathew, A. T. (2020). Brief Review of Methodologies for Creation of Cohesive Fixture Design. *Materials Today: Proceedings, 22*, 3353–3363. doi:10.1016/j.matpr.2020.04.285
- Kampker, A., Bergweiler, G., Hollah, A., Lichtenthäler, K., & Leimbrink, S. (2019). Design and Testing of The Different Interfaces In A 3D Printed Welding Jig. *Procedia CIRP, 81*, 45–50. doi:10.1016/j.procir.2019.03.009
- Krznar, N., Pilipović, A., & Šercer, M. (2016). Additive Manufacturing of Fixture for Automated 3D Scanning-Case Study. *Procedia Engineering, 149*, 197–202. doi:10.1016/j.proeng.2016.06.656
- Kumar, S., Campilho, R. D. S. G., & Silva, F. J. G. (2019). Rethinking Modular Jigs' Design Regarding the Optimization of Machining Times. *Procedia Manufacturing, 38*, 876–883. doi:10.1016/j.promfg.2020.01.169
- Lu, R., Li, Y.-C., Li, Y., Jiang, J., & Ding, Y. (2020). Multi-agent Deep Reinforcement Learning Based Demand Response for Discrete Manufacturing Systems Energy Management. *Applied Energy, 276*, 115473. doi:10.1016/j.apenergy.2020.115473
- Ma, S., Zhang, Y., Yang, H., Lv, J., Ren, S., & Liu, Y. (2020). Data-driven Sustainable Intelligent Manufacturing Based on Demand Response for Energy-Intensive Industries. *Journal of Cleaner Production, 123155*. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123155
- Marsono, Yoto, Sutadji E., & Tjiptady, B. C. (2020). Career Development and Self-Efficacy Through Industrial Working Practice in Vocational Education," *4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, Malang, Indonesia, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9230111
- Nee, A. Y. C., Bhattacharyya, N., & Poo, A. N. (1987). Applying AI in Jigs and Fixtures Design. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 3(2)*, 195–200. doi:10.1016/0736-5845(87)90102-5
- Qolik, A., Nurmalasari, R., Yoto., & Tjiptady, B. C. (2020). The Role of Special Job Fair in Distributing Competitive Graduates in the 21st Century. *4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, Malang, Indonesia, 2020, pp. 115-118, doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9230064
- Schuh, G., Bergweiler, G., Lichtenthäler, K., Fiedler, F., & Puente, R. S. (2020). Topology Optimisation and Metal Based Additive Manufacturing of Welding Jig Elements. *Procedia CIRP, 93*, 62–67. doi:10.1016/j.procir.2020.04.066
- Seloane, W. T., Mpofo, K., Ramatsetse, B. I., & Modungwa, D. (2020). Conceptual Design of Intelligent Reconfigurable Welding Fixture for Rail Car Manufacturing Industry. *Procedia CIRP, 91*, 583–593. doi:10.1016/j.procir.2020.02.217

- Siva, R., Siddardha, B., Yuvaraja, S., & Karthikeyan, P. (2020). *Improving the productivity and tool life by fixture modification and renishaw probe technique. Materials Today: Proceedings, 24, 782–787.* doi:10.1016/j.matpr.2020.04.386
- Tjiptady, B. C., Rohman, M., Sudjimat, D. A., Ratnawati, D. (2020). Analisis Tegangan, Deformasi, dan Retak Pada Gas Turbine Blade dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Taman Vokasi*. Vol 8, (2). doi : 10.30738/jtv.v8i2.8425
- Tjiptady, B. C., Yoto., & Marsono. (2020). Entrepreneurship Development Design based on Teaching Factory to Improve the Vocational Education Quality in Singapore and Indonesia, *4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, Malang, Indonesia, pp. 130-134, doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9230222
- Tohidi, H., & Algeddawy, T. (2016). *Planning of Modular Fixtures in a Robotic Assembly System. Procedia CIRP, 41, 252–257.* doi:10.1016/j.procir.2015.12.090
- Vijaya, R. B., Elanchezhian, C., Rajesh, S., Jaya, P. S., Kumaar, B. M., & Rajeshkannan, K. (2018). Design and Development of Milling Fixture for Friction Stir Welding. *Materials Today: Proceedings, 5(1), 1832–1838.* doi:10.1016/j.matpr.2017.11.282