

Penerapan *Jig & Fixture* pada Produksi Massal di Industri Manufaktur

Indra Setiawan^{1*}, Rohmat Setiawan², Rifdah Zahabiyah³, Tri Darma Lestari⁴, Viko Wahyu Triantoro⁵, Vincentius Farrel D.S.⁶, Yoga Andriko H.⁷, Windy Yuliana Puspita N.⁸

^{1,4,5,6,7,8}Program Studi Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra, Jakarta

^{2,3}Program Studi Teknik Rekayasa Logistik, Politeknik Astra, Jakarta

^{1*}indra.setiawan.2022@gmail.com

Application of Jig & Fixture in Mass Production in the Manufacturing Industry

Dikirimkan: 05, 2023. Diterima: 09, 2023. Dipublikasikan: 09, 2023.

Abstract— *The development of the manufacturing industry in the current era of globalization is growing very rapidly as demonstrated by technological advances applied to the modern manufacturing industry. High demand from consumers requires consistency in the quantity, shape and size of a product or component to be evenly distributed in terms of quality. Other problems faced are high production costs, long processing times and unachieved productivity. In line with this, the manufacturing industry, especially mass production, requires a tool to be able to overcome these problems. Jigs & fixtures are one solution that can be used to overcome this problem. This research aims to review papers regarding the application of jigs & fixtures used in mass production systems in the manufacturing industry. This research was carried out using a systematic literature review (SLR), starting from searching, collecting, grouping and gap analysis. As a result of identifying several papers, information was obtained that jigs & fixtures can be applied to reduce production time, reduce production costs, increase productivity and improve product quality. The use of jigs & fixtures also helps reduce preparation time and allows for reduced machining time.*

Keywords— *jig & fixture; manufacturing industry; mass production; systematic literature review*

Abstrak— Perkembangan industri manufaktur pada era globalisasi saat ini berkembang sangat pesat yang ditunjukkan dengan kemajuan teknologi yang diterapkan pada industri manufaktur modern. Tingginya permintaan dari konsumen mengharuskan konsistensi jumlah, bentuk, dan ukuran suatu produk atau komponen harus merata dari segi kualitas. Permasalahan lainnya yang dihadapi yaitu tingginya biaya produksi, waktu proses yang panjang dan produktivitas yang tidak tercapai. Sejalan dengan hal itu, industri manufaktur khususnya pada produksi massal diperlukan sebuah alat untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut. *Jig & fixture* adalah salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau artikel mengenai penerapan *jig & fixture* yang digunakan pada sistem produksi massal di industri manufaktur beserta manfaatnya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *systematic literature review* (SLR) berbasis statistik deskriptif yaitu dimulai dari penelusuran, pengumpulan, pengelompokan dan analisis kesenjangan. Hasil dari identifikasi beberapa artikel didapatkan informasi bahwa *jig & fixture* dapat diaplikasikan untuk mengurangi waktu produksi, mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas, dan meningkatkan kualitas produk. Penggunaan *jig & fixture* juga membantu mengurangi waktu persiapan dan memungkinkan pengurangan waktu permesinan.

Kata kunci— *jig & fixture; industri manufaktur; produksi massal; tinjauan literatur sistematis*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur pada era globalisasi saat ini berkembang sangat pesat yang ditunjukkan dengan kemajuan teknologi yang diterapkan pada industri manufaktur modern. Secara umum, semakin tinggi perkembangan teknologi yang diterapkan oleh suatu industri, maka semakin tinggi pula tingkat permintaan konsumen. Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat penggunaan produk oleh konsumen. Oleh karena itu, konsistensi jumlah, bentuk, dan ukuran suatu produk atau komponen harus konsisten dari segi kualitas. Menurut Siva dkk. [1] bahwa tingginya produksi membuat hasil produksi tidak sesuai dengan spesifikasi yang mana mengakibatkan produktivitas tidak tercapai. Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat cacat. Selain itu, menurut Yen dkk. [2] dan Arnaoutis dkk. [3] bahwa permasalahan lainnya yang dihadapi yaitu tingginya biaya produksi, waktu proses yang panjang dan produktivitas yang tidak tercapai.

Era globalisasi saat ini, konsumen mengharapkan kualitas yang semakin baik. Peningkatan kualitas dapat dimulai dari tahapan proses produk tersebut dibentuk, di mana sebagian proses memerlukan penggunaan alat bantu sebagai upaya meningkatkan kualitas produk. Proses produksi dengan hasil produk yang kompleks akan membutuhkan ketelitian tinggi supaya kualitas yang dihasilkan bagus. Industri yang menghasilkan produk yang bervariasi membutuhkan waktu persiapan yang lebih banyak sebelum proses produksi [4]. Oleh karena itu dibutuhkan alat bantu produksi untuk mempermudah dan mempercepat proses produksi, menghasilkan produk yang lebih seragam, meningkatkan kualitas produksi, menghemat biaya produksi, dan keselamatan yang menjamin keselamatan operator. *Jig & fixture* merupakan salah satu alat bantu produksi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah yang terjadi di industri manufaktur [5].

Jig & fixture adalah alat bantu atau perlengkapan yang berfungsi untuk membantu proses produksi yang digunakan untuk pengerjaan bagian yang sama pada produksi massal, sehingga dapat mengurangi waktu setup dan peningkatan produktivitas [6]. *Jig* adalah perangkat penahan kerja yang menahan, mendukung, dan menempatkan benda kerja dan memandu alat potong untuk operasi yang sangat spesifik untuk meningkatkan produktivitas dan akurasi produksi massal [7]. Dengan menggunakan *jig* sebagai alat bantu dapat meningkatkan laju produksi secara signifikan dalam proses produksi karena tidak perlu melakukan pengaturan peletakan, penyelarasan dan pengukuran secara berulang. *Fixture* didefinisikan sebagai alat bantu yang berfungsi sebagai penahan,

penopang, dan menempatkan benda kerja sesuai dengan posisi pengerjaan agar benda tidak bergeser atau berubah posisi ketika melakukan proses produksi pada produksi massal [8]. Salah satu kegunaan *jig & fixture* yaitu untuk mengatasi masalah *defect* dan meningkatkan kualitas produksi. Selain itu *jig & fixture* dapat meningkatkan produktivitas dan meningkatkan keselamatan pada proses produksi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk meninjau artikel terkait penerapan *jig & fixture* yang digunakan dalam sistem produksi massal di industri manufaktur beserta manfaatnya.

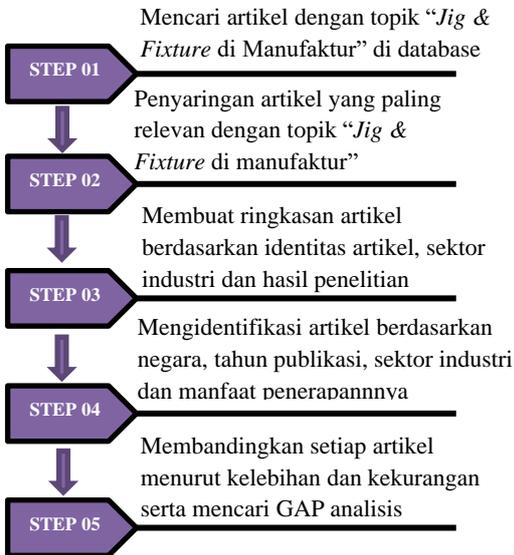
II. METODOLOGI PENELITIAN

Studi literatur ini bertujuan untuk mengetahui secara mendalam penerapan *jig & fixture* pada proses produksi massal di industri manufaktur. Studi literatur dilakukan dengan mencari artikel menggunakan *database* “*Google Scholar*” dan “*Scimedirect*”. *Database* yang digunakan dipilih karena termasuk *database* yang mudah diakses, kuat dalam dampak penelitian dan menyediakan artikel dalam jumlah besar.

Studi literatur ini menggunakan statistik deskriptif di mana data yang dikumpulkan kemudian dilakukan telaah lebih mendalam untuk mengulas fakta sehingga dijadikan informasi. Studi literatur ini memiliki tahapan sistematis dan terarah dalam proses penyusunannya [9]. Langkah awal yang dilakukan adalah pencarian artikel yang sesuai dengan kata kunci yang dibutuhkan yaitu “*jig & fixture*”, “*manufacturing industry*”. Pencarian artikel dibatasi berdasarkan 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2017 hingga tahun 2022 sehingga didapatkan artikel dengan penelitian yang terbaru yang sesuai dengan *issue* saat ini. Penelusuran artikel dilakukan secara menyeluruh. Sebanyak 50 artikel mengenai penerapan *jig & fixture* telah dikumpulkan dan kemudian ditinjau secara mendalam. Langkah kedua yang dilakukan adalah penyaringan artikel. Didapatkan sebanyak 30 artikel yang sangat relevan dengan topik *jig & fixture* di industri manufaktur. Langkah ketiga adalah membuat ringkasan artikel berdasarkan identitas artikel, sektor industri dan hasil penelitian. Langkah keempat adalah mengidentifikasi artikel berdasarkan sudut pandang seperti studi kasus untuk mengetahui jenis penelitian, jumlah distribusi berdasarkan negara untuk mengetahui tren penerapan *jig & fixture*, tahun publikasi untuk mengetahui jumlah penerapan *jig & fixture* setiap di setiap tahunnya, dan jumlah sektor industri untuk mengetahui industri-industri yang sudah menerapkan *jig & fixture*. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis dan hasilnya

Setiawan dkk.

disajikan dalam bentuk grafik. Tahap terakhir dilakukan pencarian persamaan dan perbedaan dari artikel yang diperoleh untuk mendapatkan kesenjangan penerapan *jig & fixture*. Tahap ini juga membandingkan setiap artikel menurut kelebihan dan kekurangan di setiap penerapan *jig & fixture*. Tahapan untuk menjelaskan kerangka atau proses *literature review* dalam artikel ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode penelitian

III. HASIL PENELITIAN

Kegiatan bisnis manufaktur memiliki dua kunci sukses yaitu pada proses manufaktur dan alat proses tersebut. *Jig & fixture* merupakan salah satu faktor penting yang dapat meningkatkan kualitas proses tersebut. Makalah ini akan menjelaskan dan mengulas artikel-artikel yang dapat digunakan sebagai referensi untuk meningkatkan atau membantu dalam *improvement* proses manufaktur.

A. Rangkuman Artikel

Sebanyak 30 artikel telah didapatkan dari hasil penyaringan meliputi fokus penerapannya pada industri manufaktur yang kemudian ditinjau secara mendalam. Kemudian dilakukan evaluasi untuk mempertimbangkan objek penelitian dari setiap artikel. Berikut hasil lengkap artikel yang ditinjau dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I
RANGKUMAN ARTIKEL

No.	Penulis	Sektor	Hasil
1	Shrivastava & Shyam (2020) [4]	Otomotif	Hasil penelitian menghemat biaya, produktif, dan menciptakan keamanan
2	S. R. Kumar dkk. (2020) [10]	Otomotif	Meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu

No.	Penulis	Sektor	Hasil
3	Novarika dkk. (2021) [8]	Peralatan rumah tangga	Mendesain dan melakukan simulasi untuk mempertimbangkan ergonomis pekerja
4	Indrawan dkk. (2022) [5]	Machining	Meningkatkan produksi dan mengurangi cacat pada proses permesinan
5	Muchtar dkk. (2018) [11]	Otomotif	Desain <i>fixture</i> las yang baru dapat memudahkan operator pada proses perakitan komponen turbin <i>runner</i> untuk melakukan <i>set-up</i> yang lebih cepat.
6	Mahendra & Jasmin (2017) [7]	Machining	Waktu operasi berkurang, akurasi meningkat dan tingkat produksi meningkat.
7	Umesh dkk. (2018) [12]	Logistik	Pengurangan proses operasi yang tidak perlu meningkatkan waktu produksi menjadi 15' lebih cepat dari sebelumnya
8	Siva dkk. (2020) [1]	Machining	Menurunkan waktu siklus secara signifikan hingga 40% untuk semua komponen yang diproduksi dan produktivitas meningkat menjadi 85%
9	S.Kumar dkk. (2020) [13]	Otomotif	Proses permesinan efektif sebesar 32%. Membantu mengurangi waktu pengaturan dan mengurangi waktu permesinan menjadi 17,1 detik.
10	Marzano dkk. (2018) [14]	Machining	Menciptakan desain <i>fixture</i> baru yang menambah nilai ergonomi sehingga membuat kemudahan dalam proses
11	Yousuk & Rangsiaram (2019) [15]	Machining	Hasilnya menunjukkan penurunan biaya proses dari 21,78 <i>Baht</i> menjadi 19,55 <i>Baht</i> atau 10,24% lebih baik dari ekspektasi perusahaan.
12	Je dkk. (2021) [16]	Otomotif	Menunjukkan tiga uji kelayakan praktis untuk mendemonstrasikan aplikasi industri yang potensial.
13	Liu dkk. (2021) [17]	Pipa	Lebih dari 30% pengurangan tegangan sisa maksimum tercapai dengan kendala eksternal
14	Jongbloed dkk. (2022) [18]	Machining	Waktu yang diperlukan untuk kualitas lasan tinggi dalam proses pengelasan statis, tekanan konsolidasi dan panjang konsolidator dalam proses kontinu ditetapkan pada 1,6 MPa dan 40 mm
15	Seloane dkk. (2020) [19]	Otomotif	Meningkatkan kualitas produk suku cadang, waktu <i>set-up</i> dan biaya produksi.
16	Tjiptady dkk. (2021) [6]	Otomotif	Terdapat <i>stoper</i> yang berfungsi untuk memberhentikan benda kerja, dengan sudut yang sudah ditentukan sehingga tidak ada penyetingan ulang. Pemasangan mudah

No.	Penulis	Sektor	Hasil
			dan tidak memakan banyak waktu
17	Marzuki dkk. (2021) [20]	Otomotif	Hasil penelitian dapat menurunkan waktu sebesar 50 detik
18	Low dkk. (2020) [21]	Machining	Secara progresif menjadi lebih baik dalam membuat keputusan penetapan melalui pelatihan.
19	Ubale dkk. (2017) [22]	Machining	Pengurangan material sebesar 100 ton yang akan mengurangi biaya material yang sesuai.
20	Radhwan dkk. (2019) [23]	Machining	Biaya produksi dapat diturunkan dan produktivitas meningkat yaitu suku cadang per jam dapat ditingkatkan menjadi 51,88%, biaya beban tenaga kerja berkurang menjadi 34,16%, dan biaya per suku cadang dapat diturunkan menjadi 14,29 %.
21	Hanapiah (2020) [24]	Machining	Model C adalah model terbaik dari konseptual desain yang perlu dilakukan untuk memecahkan masalah melalui pengerjaan ulang dan penolakan yang tinggi.
22	Razak & Abdullah (2021) [25]	Otomotif	Design <i>fixture</i> B lebih baik dari pada <i>design fixture</i> A karena nilai efisiensinya lebih tinggi.
23	Ibrahim dkk. (2022) [26]	Machining	Sistem CAD yang sudah dikembangkan menjadi lebih efisien dan handal untuk membuat desain <i>jig & fixture</i> secara tradisional.
24	Saryanto dkk. (2020) [27]	Machining	Mengurangi kegagalan produk <i>lift arm</i> pada proses pengelasan dan permesinan serta dapat meningkatkan keuntungan perusahaan akibat penurunan kegagalan produk. Penurunan biaya produksi setelah peningkatan yaitu 78,37%.
25	Sen dkk. (2019) [28]	Otomotif	Kekuatan pengelasan pada pengelasan yang lebih rendah akan memberikan waktu yang tepat saat penggunaan <i>jig</i>
26	Sundarajan & Terkar (2022) [29]	Logistik	Produktivitas meningkat sebesar 10% saat menggunakan <i>jig</i>
27	Naeem dkk. (2022) [30]	Peralatan rumah tangga	Total waktu permesinan untuk sistem palet <i>fixture</i> penggilingan yang dirancang adalah 740 detik dibandingkan dengan 940 detik untuk sistem penjepit ragam konvensional untuk 10 buah
28	Gamonpilas dkk. (2022) [31]	Otomotif	Peningkatan viskositas menggeser karakteristik pelumasan ke arah rezim pelumasan hidrodinamik

No.	Penulis	Sektor	Hasil
			membuat hasil produksi lebih bagus
29	Toth dkk. (2022) [32]	Peralatan rumah tangga	Pengurangan jumlah suku cadang adalah cara yang efektif untuk mengurangi waktu proses manufaktur, menghasilkan produk dengan bobot yang lebih ringan, dan mengurangi biaya keseluruhan.
30	Kampker dkk. (2019) [33]	Otomotif	Suku cadang manufaktur aditif memiliki keuntungan dari produksi suku cadang kompleks yang lebih mudah digunakan.

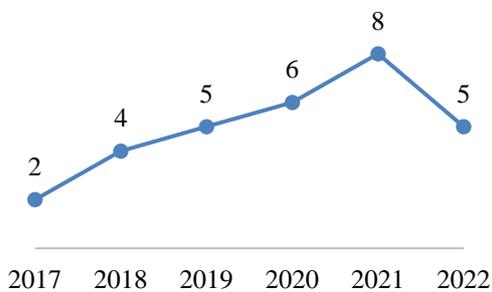
Artikel yang telah ditinjau dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok yaitu desain *jig & fixture*, pengaplikasian *jig & fixture*, dan pengembangan *jig & fixture*. Desain *jig & fixture* yang terdapat dalam beberapa artikel memiliki tujuan tersendiri [33]. Pada umumnya pembuatan desain *jig & fixture* digunakan untuk memenuhi kebutuhan suatu perusahaan. Salah satu tujuan dari pembuatan desain *jig & fixture* yaitu untuk memudahkan suatu pekerjaan [23]. Pembuatan desain *jig & fixture* dapat menggunakan bantuan *software* CAD.

Berdasarkan artikel yang ditinjau, *jig & fixture* dapat diaplikasikan untuk mengurangi waktu produksi, mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas, dan meningkatkan kualitas produk. Pembuatan desain *jig & fixture* membantu mengurangi waktu persiapan dan memungkinkan pengurangan waktu permesinan [13]. Desain *jig & fixture* untuk mengurangi 7 pemborosan yang akan mengurangi biaya proses manufaktur [15]. Peningkatan produktivitas dan masa pakai alat produksi dicapai dengan *fixture* yang telah dimodifikasi [1]. *Jig & fixture* adalah peralatan untuk membangun kembali bagian yang rusak dan mengganti dengan baru mengikuti spesifikasi yang sama untuk meningkatkan kualitas [27].

Pengembangan *jig & fixture* adalah upaya dalam meningkatkan *jig & fixture* agar dapat digunakan untuk memenuhi tuntutan yang ada dalam industri manufaktur. Upaya pengembangan *jig & fixture* yang dapat dilakukan antara lain yaitu perubahan tata letak, penggantian komponen, penambahan komponen, atau pembuatan desain ulang. *Jig & fixture* dikembangkan karena hasil tidak sesuai dengan proses produksi yang dilakukan. Hal ini juga dapat disebabkan karena *jig & fixture* yang tidak mengikuti perkembangan zaman yang mulai menggunakan sistem otomatis.

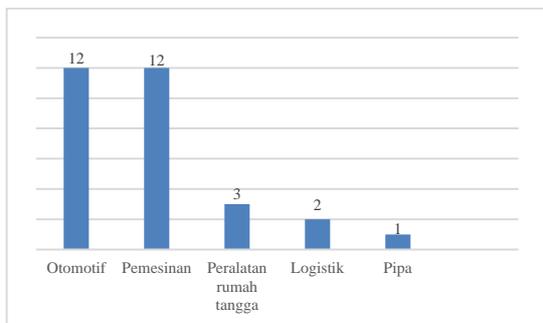
B. Pengelompokan Artikel

Artikel yang telah ditinjau kemudian dikelompokkan untuk mengetahui kontribusi *jig & fixture* di beberapa industri manufaktur. Pemetaan sebaran artikel dapat dilihat pada Gambar 2. Pencarian artikel dibatasi hanya dalam kurun waktu 2017 sampai dengan 2022 untuk menemukan artikel dengan penelitian terkini dan terbaru. Berdasarkan pemetaan artikel pada Gambar 2, terdapat total 50 artikel yang ditinjau dan diterbitkan dalam 5 tahun terakhir (2017-2022). Sebanyak 50 artikel yang ditinjau tersebut kemudian disaring dan diambil menjadi 30 artikel dikarenakan terdapat artikel yang tidak sesuai dengan *skup* penelitian *jig & fixture*. Artikel paling tinggi yang ditemukan telah diterbitkan pada tahun 2021 dengan jumlah 8 artikel, sedangkan paling sedikit pada tahun 2017 sebanyak 2 artikel. Berikut pemetaan artikel dapat dilihat pada Gambar 2.



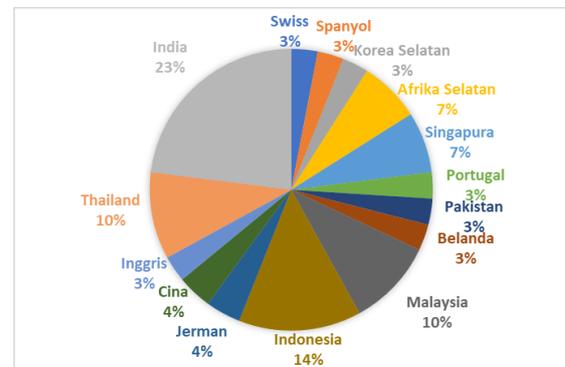
Gambar 2. Sebaran artikel berdasarkan tahun publikasi

Beberapa tahun terakhir, penerapan *jig & fixture* cukup banyak digunakan, terutama di sektor industri manufaktur. Artikel ini menunjukkan bahwa penerapan *jig & fixture* pada industri manufaktur telah diteliti. Pengelompokan sektor industri telah dipetakan ke dalam sektor industri manufaktur otomotif perakitan dengan 12 artikel, sektor industri manufaktur bagian *machining* dengan 12 artikel, sektor industri manufaktur bidang peralatan rumah tangga dengan 3 artikel, sektor industri manufaktur bidang logistik dengan 2 artikel, dan dari sektor industri manufaktur pipa terdapat 1 artikel. Sebaran artikel menurut sektor industri manufaktur dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran artikel berdasarkan sektor

Penerapan *jig & fixture* pada industri manufaktur dalam penelitian ini ditemukan bahwa kawasan Asia merupakan kawasan yang memberikan kontribusi yang signifikan. Tercatat bahwa wilayah India memasok sebanyak 24%. Diikuti oleh negara Indonesia sebesar 14% dan negara Malaysia dan Thailand sebesar 10%. Hal ini memberikan informasi bahwa industri yang ada di negara Asia telah berhasil dalam menerapkan *jig & fixture*. Artikel mengenai *jig & fixture* tidak hanya tersebar di kawasan Asia, tetapi juga ditemukan di beberapa kawasan lain seperti kawasan Eropa. Artikel yang didapat merupakan penggunaan *jig & fixture* untuk alat bantu pada sebuah perusahaan di negara tersebut. Namun, pada negara Afrika Selatan *jig & fixture* digunakan dalam pembuatan rel kereta api. Sebaran artikel menurut wilayah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sebaran artikel berdasarkan negara

IV. PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Penerapan Jig & Fixture

Jig & fixture telah memberikan banyak manfaat pada industri manufaktur. Pekerjaan yang dilakukan dengan menggunakan *jig & fixture* dapat memudahkan operator dalam bekerja, meningkatkan kualitas produk dan meningkatkan keuntungan dari produk yang dihasilkan. Berikut adalah analisis penerapan *jig & fixture* pada industri manufaktur.

1) Sektor otomotif rakitan

Saat diterapkan pada sektor otomotif, *jig & fixture* dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu proses rakitan [13]. Desain *fixture* las yang baru dapat memudahkan operator pada proses perakitan komponen-komponen turbin *runner* untuk melakukan *set-up* yang lebih cepat. Meningkatkan kualitas produk suku cadang, waktu *set-up* dan biaya produksi [11]. Keterlibatan operator manusia saat menggunakan IRWF sangat minim sehingga mengurangi waktu proses [19].

2) Sektor machining

Saat diterapkan pada bagian *machining*, *jig* & *fixture* digunakan untuk menghasilkan waktu siklus berkurang drastis hingga 40% untuk semua komponen yang diproduksi. Selain itu produktivitas juga meningkat menjadi 85% [1]. Peningkatan kualitas dengan menggunakan metode *Six Sigma* mengurangi kegagalan produk *lift arm* pada proses pengelasan dan permesinan serta dapat meningkatkan keuntungan perusahaan akibat penurunan kegagalan produk. Penurunan biaya produksi setelah peningkatan yaitu 78,37% [27]. Biaya produksi dapat diturunkan dan produktivitas meningkat yaitu suku cadang per jam dapat ditingkatkan menjadi 51,88%, biaya beban tenaga kerja berkurang menjadi 34,16%, dan biaya per suku cadang dapat diturunkan menjadi 14,29 % [23].

3) Sektor logistik

Saat diterapkan pada industri logistik, *jig* & *fixture* dapat membantu untuk menambahkan kemiripan keseimbangan ke jalur tanpa menghabiskan terlalu banyak modal. Produktivitas meningkat sebesar 10% [29]. Dengan pengurangan proses operasi yang tidak perlu meningkatkan efisiensi waktu pengiriman menjadi 15 menit lebih cepat dari sebelumnya [12].

4) Sektor peralatan rumah tangga

Saat diterapkan pada sektor pembuatan peralatan rumah tangga, *milling fixture pallet system* dapat mengoptimalkan produksi, siklus operasi penggilingan yang dapat disimulasikan pada fusion 360, dan dapat mengoptimalkan biaya dan kualitas produksi. Waktu *milling* berkurang menjadi 74 detik untuk satu bagian karena *fixture* tersebut mengurangi waktu persiapan [30]. *Jig* & *fixture* digunakan untuk menghasilkan peningkatan penyimpanan inventaris, peningkatan *lead* manufaktur dan perkakas khusus. Pengurangan jumlah suku cadang adalah cara yang efektif untuk mengurangi waktu proses manufaktur, menghasilkan produk dengan bobot yang lebih ringan, dan mengurangi biaya keseluruhan [32]. Pada proses *remanufactur* yang dilakukan *Waste Electrical and Electronic Equipment* untuk pembuatan lampu jalan, dengan adanya bantuan *jig* membantu dalam mengurangi masalah ergonomi [14].

5) Sektor Pipa

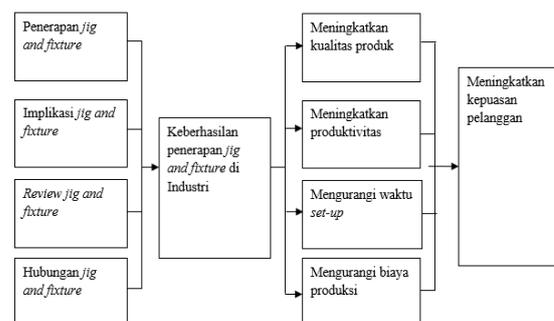
Saat diterapkan pada sektor pipa, *jig* digunakan untuk mempermudah persiapan dalam pengelasan pipa. Pengelasan pada pipa yang

besar membutuhkan waktu yang banyak untuk persiapan oleh karena itu dengan bantuan *jig* dapat mempersingkat waktu dalam persiapan [17].

B. Pengembangan Jig & Fixture

Jig & *fixture* merupakan alat yang berkembang dalam industri manufaktur. Perkembangan tersebut dapat dilihat berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dilakukan. Artikel-artikel tersebut tersebar ke sektor industri yang berbeda mulai dari manufaktur yaitu otomotif, *machining*, *household*, dan *logistik*. Tinjauan dari 30 artikel tersebut mengamati keterkaitan antara implementasi *jig* & *fixture* dengan peningkatan kualitas serta peningkatan kepuasan pelanggan. Diketahui bahwa dengan penerapan *jig* & *fixture* dapat meningkatkan jumlah produk yang dihasilkan, mengurangi biaya, dan mengurangi waktu *set-up*.

Perkembangan *jig* & *fixture* yang dilakukan oleh para peneliti menunjukkan bahwa *improvement* yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan konsumen serta peningkatan proses produksi. Pustaka menemukan bahwa perkembangan *jig* & *fixture* harus terus dilakukan setiap tahunnya, dikarenakan masih ada kelemahan pada perkembangannya seperti proses desain yang kurang kompleks, serta penggunaan alat tambahan pada *jig* & *fixture*. Diharapkan ke depannya perkembangan *jig* & *fixture* dapat mengikuti menyesuaikan dengan perkembangan zaman. *Jig* & *fixture* diharapkan pula dapat membantu proses produksi pada segala sektor seperti sektor makanan dan minuman. Model hubungan *jig* & *fixture* dapat dilihat di Gambar 5.



Gambar 5. Model hubungan *jig* & *fixture*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pada beberapa artikel yang ditinjau, *jig* & *fixture* dapat diaplikasikan untuk mengurangi waktu produksi, mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas, dan meningkatkan kualitas produk. *Jig* & *fixture* membantu mengurangi waktu persiapan dan memungkinkan pengurangan waktu permesinan. Perkembangan *jig* & *fixture* harus terus dilakukan

setiap tahunnya, dikarenakan masih ada kelemahan pada perkembangannya seperti proses desain yang kurang kompleks, serta penggunaan alat tambahan pada *jig & fixture*. Saran ke depannya perkembangan *jig & fixture* dapat menyesuaikan dengan perkembangan zaman industri *modern* seperti menggunakan teknologi 4.0. Selain itu, penerapan *Jig & fixture* diharapkan dapat membantu dari segala sektor produksi seperti sektor makanan dan minuman.

REFERENSI

- [1] R. Siva, B. Siddardha, S. Yuvaraja, and P. Karthikeyan, "Improving the productivity and tool life by fixture modification and renishaw probe technique," *Mater. Today Proc.*, vol. 24, pp. 782–787, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.386.
- [2] J. Y. Yen, H. J. Hsu, Y. L. Lai, I. C. Chou, Y. C. Chen, and S. Y. Lee, "Efficacy of customized crown-level position jig in measuring peri-implant crestal bone level on periapical radiographs: An in vitro study," *J. Dent. Sci.*, vol. 09, no. xxxx, pp. 1–7, 2023, doi: 10.1016/j.jds.2023.06.021.
- [3] V. Arnaoutis, B. Rosic, and E. Lutters, "Automated design evolution for parametric design applied on computer-aided welding fixture designs," *Procedia CIRP*, vol. 119, pp. 999–1004, 2023, doi: 10.1016/j.procir.2023.03.143.
- [4] A. Shrivastava and N. J. Shyam, "Design of a Versatile Jig and Fixture for Welding of Suspension Arms," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 10, pp. 625–630, 2020.
- [5] R. Indrawan dkk., "The Rancang Bangun Jig And Fixture Suction Casing Untuk Proses Milling Di Mesin Cnc Milling 3-Axis," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 10, no. 2, pp. 212–220, 2022, doi: 10.23887/jptm.v10i2.51720.
- [6] B. C. Tjiptady, R. Z. Rahman, R. F. Meditama, and G. Widayana, "Jig and Fixture Redesign for Making Reamer on Head Cylinder," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 9, no. 1, pp. 32–41, 2021, doi: 10.23887/jptm.v9i1.32597.
- [7] K. Mahendra and B. Jasmin, "Design And Development ff Jig For An Auto Part," *Int. J. Eng. Dev. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 748–753, 2017.
- [8] W. Novarika, F. Arifin, E. S. Martomi, I. Gunawan, and F. R. Perdana, "Design Manufacture of Fixture Fire Fighter Kit," *Int. J. Res. Vocat. Stud.*, vol. 1, no. 3, pp. 8–16, 2021.
- [9] I. Setiawan, H. H. Purba, and F. Debora, "A systematic literature review of implementation six sigma in manufacturing industries," *Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 12, no. 3, p. 319, 2020, doi: 10.22441/oe.2020.v12.i3.005.
- [10] S. R. Kumar, D. K. S. K. K. Gowthamaan, D. C. Mouli, K. C. Chakravarthi, and T. Balasubramanian, "Development of a Re-engineered fixture to reduce operation time in a machining process," *Mater. Today Proc.*, vol. 37, no. 2, pp. 3179–3183, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.09.056.
- [11] M. Muchtar, S. Rasyid, and R. Nur, "Welding fixture design for the production of cross-flow turbine runner Welding Fixture Design for the Production of Cross-Flow Turbine Runner," *AIP*, vol. 030020, pp. 1–7, 2018, doi: 10.1063/1.5042940.
- [12] K. Umesh, A. Shubham, S. Satish, S. Sandip, A. Vikram, and K. Amit, "Productivity Enhancement through Fixture Development and Micro motion Study," *Int. J. Sci. Res. Sci. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 4, 2018.
- [13] S. Kumar, R. D. S. G. Campilho, and F. J. G. Silva, "Rethinking 'jigs' design regarding the optimization of machining times," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 876–883, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.169.
- [14] A. Marzano, P. Vichare, and P. Muñoz Escalona, "Design and Ergonomic Analysis of the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Remanufacturing Workcell Fixture Using Digital Mock-up Environment," *Procedia CIRP*, vol. 78, pp. 353–358, 2018, doi: 10.1016/j.procir.2018.10.002.
- [15] R. Yousuk and T. Rangsiaram, "Manufacturing Process Cost Reduction of Agricultural Machinery Part," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 575, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/575/1/012017.
- [16] S. Je, J. Eun, J. Park, N. Lee, Y. Son, and S. Park, "Materials & Design High-temperature 3D printing of polyetheretherketone products : Perspective on industrial manufacturing applications of super engineering plastics," *Mater. Des.*, vol. 211, p. 110163, 2021, doi: 10.1016/j.matdes.2021.110163.
- [17] Y. Liu, P. Wang, H. Fang, and N. Ma, "Mitigation of residual stress and deformation induced by TIG welding in thin-walled pipes through external constraint," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 15, pp. 4636–4651, 2021, doi: 10.1016/j.jmrt.2021.10.035.
- [18] B. Jongbloed, R. Vinod, J. Teuwen, R. Benedictus, and I. F. Villegas, "Improving the quality of continuous ultrasonically welded thermoplastic composite joints by adding a consolidator to the welding setup," *Compos. Part A*, vol. 155, p. 106808, 2022, doi: 10.1016/j.compositesa.2022.106808.
- [19] W. T. Seloane, K. Mpofo, B. I. Ramatsetse, and D. Modungwa, "Conceptual design of intelligent reconfigurable welding fixture for rail car manufacturing industry," *Procedia CIRP*, vol. 91, pp. 583–593, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2020.02.217.
- [20] M. A. B. Marzuki, R. L. Jaswadi, A. R. Naina Mohamed, M. A. A. Musa, and M. F. Mohammed Azmi, "Development of B-Segment SUV Rear Door Interior Trim Fixture for 2500 Ton Injection Moulding Machine," in *Intelligent Manufacturing and Mechatronics*, Springer, 2021, pp. 819–829. doi: 10.1007/978-981-16-0866-7_71.
- [21] D. W. W. Low, D. W. K. Neo, and A. S. Kumar, "A study on automatic fixture design using reinforcement learning," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 107, no. 5, pp. 2303–2311, 2020.
- [22] S. K. Ubale, S. V. Lomte, and A. Kshirsagar, "Analysis and Optimization of Fixture for the Welding of Automotive and Non-Automotive Components," *Int. J. Adv. Res. Ideas Innov. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 578–583, 2017.
- [23] H. Radhwan, M. S. M. Effendi, M. F. Rosli, Z. Shayfull, and K. N. Nadia, "Design and Analysis of Jigs and Fixtures for Manufacturing Process," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, 2019, p. 12028.
- [24] L. Hanapiyah, "Application of AHP on SMED for Jig and Fixture Design Selection," *Int. J. Hum. Technol. Interact.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–37, 2020.
- [25] K. A. A. Razak and A. B. Abdullah, "Design of a fixture for single incremental forming (SPIF) process based on design for assembly (DFA) methods," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1078, no. 012008, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1078/1/012008.
- [26] A. D. Ibrahim, H. M. A. Hussein, I. Ahmed, E. A. Nasr, A. Kamrani, and S. A. Abdelwahab, "Computer-Aided Design of Traditional Jigs and Fixtures," *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 1, p. 3, 2022, doi: https://doi.org/10.3390/app12010003.
- [27] Saryanto, H. H. Purba, A. Trimarjoko, and F. Fatahillah, "Quality improvement of remanufacturing lift arm using six sigma methods in the heavy-duty industry in Indonesia: A case study," *Oper. Res. Eng. Sci. Theory Appl.*, vol. 3, no. 2, pp. 24–38, 2020, doi: 10.31181/oresta2003024s.
- [28] S. Sen, R. Pouriamanesh, B. Nasiri, K. Dehghani, N. Jain, and R. Kumar, "Design and Development of

- Manufacturing Facilities for Friction Stir Welding Process using Conventional Milling Machine,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 505, no. 012006, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/505/1/012006.
- [29] N. Sundararajan and R. Terkar, “Improving Productivity in Fastener Manufacturing Through the Application of Lean-Kaizen Principles,” *Mater. Today Proc.*, vol. 62, no. 2, pp. 1169–1178, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.04.350.
- [30] A. Naeem, R. Asim, M. Muneeb, and C. A. D. Cam, “Results in Engineering A novel milling fixture pallet system for production growth of alligator forceps : Design , manufacturing , and testing,” *Results Eng.*, vol. 16, no. July, p. 100668, 2022, doi: 10.1016/j.rineng.2022.100668.
- [31] C. Gamonpilas, C. Benyajati, W. Sritham, and J. Soparat, “Current Research in Food Science Roles of viscosity , applied load and surface wettability on the lubrication behaviour of model liquid / semi-solid foods : Measurements with a bespoke tribo-cell fixture and rotational rheometer,” *Curr. Res. Food Sci.*, vol. 5, pp. 57–64, 2022, doi: 10.1016/j.crfs.2021.12.009.
- [32] A. D. Toth, J. Padayachee, T. Mahlatji, and S. Vilakazi, “Report on case studies of additive manufacturing in the South African railway industry,” *Sci. African*, vol. 16, 2022, doi: 10.1016/j.sciaf.2022.e01219.
- [33] A. Kampker *dkk.*, “A new methodology to analyze functional physical architecture existing products for an assembly oriented product family identification Design and testing of the different interfaces in a 3D printed welding jig Design and a test,” *Procedia CIRP*, vol. 81, pp. 45–50, 2019, doi: 10.1016/j.procir.2019.03.009.