

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

##### **2.1.1 Jig**

###### **1. Pengertian Jig**

Jig adalah sebuah alat yang berperan dalam mengarahkan satu atau lebih alat potong agar dapat berada dalam posisi yang tepat selama proses pengerjaan suatu produk (Nurianto, 2020). Dalam proses produksi, jig seringkali digunakan untuk membantu dalam pemotongan atau pembentukan, terutama dalam hal pembuatan atau perluasan lubang. Menurut (Ramnath, et al., 2019), Jig dan fixture adalah peralatan yang memiliki posisi yang kaku atau rigid terhadap mesin utama. Alat bantu ini banyak digunakan dalam berbagai proses produksi, termasuk di bidang woodworking, penggarapan logam, dan pekerjaan lain yang membutuhkan tingkat presisi tinggi. Fungsi utamanya adalah untuk mengontrol gerakan alat potong dengan tepat dan akurat selama proses produksi. (Tohidi & Algeddawy, 2019) mengatakan beberapa jenis *jig/fixture* juga dikenal sebagai alat bantu atau pengarah dalam proses manufaktur. Dalam beberapa kasus, operator sering menghadapi kesulitan saat melakukan pemotongan atau pelubangan, yang mengakibatkan hasil yang kurang presisi. Oleh karena itu, penggunaan jig dalam beberapa operasi produksi sangat diperlukan untuk membantu dan mempermudah operator dalam mencapai hasil yang lebih tepat dan akurat.

Jig adalah sebuah perangkat khusus yang dirancang untuk memegang, menopang, atau menempatkan komponen yang akan diolah. Alat ini berfungsi

sebagai alat bantu produksi yang tidak hanya bertugas menempatkan dan memegang benda kerja, tetapi juga mengarahkan alat potong selama proses berlangsung. Jig biasanya dilengkapi dengan bushing baja keras yang berfungsi untuk mengarahkan mata gurdi/bor atau alat potong lainnya. Jika jig berukuran kecil, biasanya tidak perlu dipasang pada meja kempa gurdi (drill press table). Namun, untuk diameter penggurdian di atas 0,25 inchi, jig biasanya harus dipasang dengan erat pada meja untuk memastikan kestabilan selama proses pengolahan.

## **2. Bagian-Bagian Jig**

Rancang bangun merupakan mesin yang terdiri dari beberapa komponen yang dirangkaikan menjadi satu unit sistem. Pembagian komponen tersebut berdasarkan pada elemen-elemen yang memiliki fungsinya masing-masing. Pembagian elemen-elemen tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Cover
- b. Body
- c. Base Plate
- d. Pengunci
- e. Material

### **2.1.2 Proses *Drill* (Gurdi)**

#### **1. Pengertian**

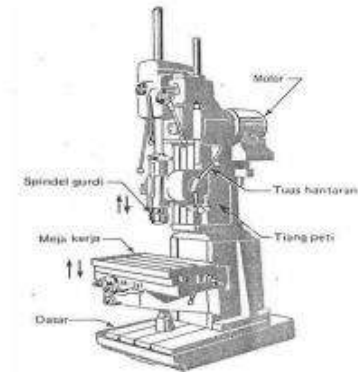
Proses gurdi (*drilling*) digunakan untuk membuat lubang berbentuk silinder. Ketika lubang harus memiliki tingkat ketepatan yang tinggi (presisi ukuran atau

mutu permukaan) pada dindingnya, maka perlu dilakukan pengerjaan tambahan dengan menggunakan pembenam atau penggerek setelah proses gurdi. Proses gurdi melibatkan pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar menggunakan mata gurdi spiral pada benda kerja yang padat. Geram (*chips*) dari proses pemotongan harus keluar melalui alur helix pada pahat gurdi untuk keluar dari lubang. Ujung pahat menempel pada benda kerja selama proses pemotongan, sehingga proses pendinginan menjadi sulit. Biasanya, proses pendinginan dilakukan dengan menyiram benda kerja yang dilubangi dengan cairan pendingin, menyemprotkan cairan pendingin, atau memasukkan cairan pendingin melalui lubang di tengah mata gurdi (Widarto, 2018). Namun, penggunaan cairan pendingin yang umumnya mengandung zat kimia berpotensi menimbulkan masalah bagi kesehatan operator dan dapat merusak lingkungan karena dampak dari limbah yang dihasilkan.

## **2. Mesin Drill**

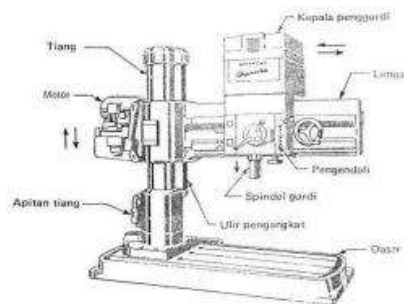
Mesin standar untuk drilling disebut drill press. Beberapa jenis drill press berdasarkan Darius (2018):

- a. Upright drill. Upright drill adalah mesin yang berdiri tegak di atas lantai dan terdiri dari beberapa komponen, termasuk meja untuk menempatkan dan menggenggam benda kerja, drilling head yang digerakkan oleh spindle untuk memasang pahat drill, serta landasan dan tiang penopang.



**Gambar 2.1** Upright drill

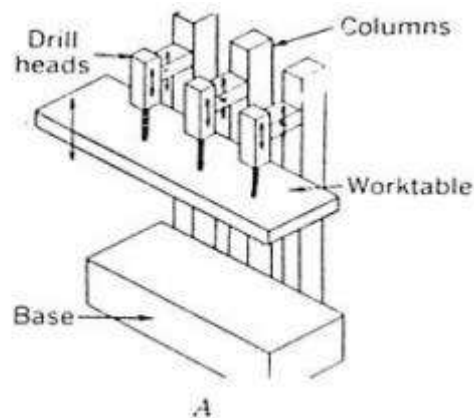
- b. Bench drill. Lebih kecil dari upright drill, diletakkan diatas meja atau bangku.
- c. Radial drill adalah mesin bor besar yang dirancang khusus untuk melubangi benda kerja berukuran besar. Mesin ini memiliki lengan radial yang memungkinkan drilling head dapat digerakkan sepanjang lengan tersebut untuk mencapai lokasi yang relatif jauh dari tiang mesin.



**Gambar 2.2** Radial Drill

- d. Gang drill adalah mesin yang terdiri dari 2 hingga 6 mesin upright drill yang disusun secara berbaris dan saling terhubung. Setiap spindle atau kepala bor beroperasi secara independen, tetapi mesin-mesin ini memiliki satu meja kerja yang sama. Hal ini memungkinkan rangkaian proses drilling seperti centering, drilling, reaming, dan tapping dapat dilakukan

secara berurutan dengan hanya menggeser benda kerja tanpa perlu mengganti pahat pada setiap tahap proses.



**Gambar 2.3** Gang Drill

- e. Multiple-spindle drill merupakan mesin yang mirip dengan mesin gang drill. Pada mesin ini, beberapa spindle atau kepala bor dihubungkan bersama-sama untuk membuat berbagai lubang pada satu benda kerja secara bersamaan. Dengan pengaturan ini, proses pemboran beberapa lubang dapat dilakukan secara efisien dalam satu siklus kerja tanpa perlu menggeser atau mengganti pahat pada setiap proses pemboran.
- f. Numerical control drill presses adalah mesin yang memiliki kemampuan untuk mengontrol posisi lubang pada benda kerja. Mesin ini sering dilengkapi dengan turrets yang dapat menahan beberapa pahat drill secara bersamaan. Mesin ini dapat dikendalikan menggunakan program numerik (NC) yang disebut mesin CNC *turret drill*. Dengan menggunakan program ini, proses pemboran dapat diotomatiskan dan dikendalikan secara presisi untuk mencapai hasil yang lebih akurat dan efisien (Darius, 2018).

### **3. Pemegang Pahat (Pencekam)**

Peralatan yang umum digunakan untuk menggenggam benda kerja pada mesin drill press meliputi:

- a. Ragum (Vise): Ragum adalah alat yang sering digunakan untuk menjepit benda kerja pada dua sisi berdampingan.
- b. Perkakas cekam (Fixture): Perkakas cekam adalah peralatan yang didesain khusus untuk komponen tertentu. Fixtures ini dirancang untuk mencapai tingkat akurasi pemosisian yang lebih tinggi, meningkatkan tingkat produksi, dan memberikan kemudahan dalam operasi.
- c. Perkakas tuntun (Jig): Perkakas tuntun memiliki kesamaan dengan fixtures, tetapi dilengkapi dengan alat pengarah pahat drill terhadap benda kerja, sehingga meningkatkan akurasi dalam penempatan pahat.

#### **2.1.3 Perancangan**

Perancangan adalah suatu metode atau pendekatan dalam suatu aktivitas dengan tujuan menciptakan rencana baru yang dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi dan menemukan solusi yang efektif (Shin et al., 2019). Menurut (Widiasih et al., 2019) proses merancang atau mendesain produk menjadi hal yang esensial dan penting sebelum memulai proses produksi suatu produk. Tahap perancangan ini menjadi krusial karena akan memberikan data-data penting yang digunakan untuk membangun tahapan produksi selanjutnya, serta mempermudah proses pembuatan produk. Tahapan perancangan berfungsi untuk menggambarkan secara fisik atau konseptual keinginan dari konsumen atau pembeli. Dalam proses

perancangan, berbagai faktor mempengaruhi seperti aspek mekanik, elektrik, perangkat lunak, ergonomi, dan user interface, yang semuanya berperan penting dalam mencapai hasil akhir yang diinginkan.

Menurut (Baktiar, 2018) merancang suatu alat merupakan bagian dari metode teknik. Oleh karena itu, proses pembentukan rancangan akan mengikuti langkah-langkah dalam metode teknik. Perancangan dan pengembangan produk melibatkan beberapa tahapan, termasuk perencanaan, pembuatan konsep, pengembangan konsep, pembuatan desain tahap sistem, pembentukan desain detail, dan pengujian. Semua langkah ini sangat penting dalam menciptakan alat yang berkualitas, sesuai dengan kebutuhan, dan siap untuk diproduksi (Widiasih et al., 2019). Metode perancangan merupakan kombinasi dari teknik-teknik, alat perancangan, dan tahapan kerja dalam proses merancang. Metode perancangan ini melibatkan berbagai kegiatan yang terkait dengan pembuatan alat sehingga hasil akhir dapat mengintegrasikan berbagai proses secara menyeluruh (Sunaryo, 2019).

#### **2.1.4 Pengembangan Produk**

Pengembangan produk dapat diartikan sebagai usaha untuk meningkatkan kualitas suatu produk atau layanan, dengan tujuan mencari barang atau jasa baru yang akan meningkatkan kepuasan konsumen (Baktiar, 2018). Pengembangan produk melibatkan serangkaian tahapan, dimulai dengan penelitian pasar untuk mengidentifikasi peluang pada produk yang akan dikembangkan. Selanjutnya, melakukan identifikasi konsep dan prinsip, serta mencari masalah atau kekurangan yang ada di sekitarnya. Proses ini juga melibatkan peningkatan kemampuan internal

dan pemahaman konsep yang dibuat serta inovasinya. Tahap selanjutnya adalah menguji produk dengan cara menyaring informasi dari konsumen tentang produk yang sudah dikembangkan, dan memperkirakan potensi pertumbuhan produk tersebut (Widiasih et al., 2019).

Keberhasilan atau kesuksesan dalam pengembangan produk akan diukur berdasarkan kemampuan produk yang telah dikembangkan atau dirancang untuk digunakan dengan tingkat performa atau efektivitas yang dapat diterima atau sesuai dengan harapan. Selain itu, kesuksesan juga tergantung pada metode kerja yang dijelaskan secara rinci dan dapat diimplementasikan dengan baik (Wiraghani & Prasnowo, 2017). Menurut (Baktiar, 2018) ada beberapa fase dalam pengembangan produk yaitu:

1. Tahap Penyaringan

Pada tahap ini, berbagai ide atau konsep produk yang ada akan dievaluasi. Ide-ide tersebut berasal dari berbagai sumber seperti manajemen perusahaan, ahli, konsultan, konsumen, dan lembaga lainnya. Dalam tahap penyaringan, akan dipilih sejumlah ide yang layak untuk dijadikan pertimbangan lebih lanjut.

2. Tahap Analisis Bisnis

Tahap ini berfokus pada analisis bisnis dari setiap ide yang telah dipilih. Tujuannya adalah untuk menilai potensi laba yang dapat dihasilkan oleh setiap ide bagi bisnis perusahaan.

3. Tahap Pengembangan

Ide-ide yang telah melewati tahap analisis bisnis dan dianggap menguntungkan akan dikembangkan lebih lanjut. Proses pengembangan ini akan disesuaikan



dengan kebutuhan dan keinginan perusahaan.

#### 4. Tahap Pengujian

Tahap ini merupakan kelanjutan dari tahap pengembangan sebelumnya. Berbagai uji coba dan pengujian akan dilakukan, termasuk pengujian terhadap konsep, keinginan konsumen, penelitian, penggunaan produk, uji coba operasi, dan tahap pemasaran.

### **2.1.5 Tools**

#### **2.1.5.1. Pengertian Tools**

*Tools* dalam bahasa Indonesia juga dikenal sebagai alat atau perkakas. *Tools* adalah objek atau peralatan yang digunakan untuk memudahkan pekerjaan sehari-hari manusia. Seiring berjalannya waktu, perkembangan *tools* berlangsung pesat, mulai dari yang sederhana dan manual hingga saat ini sudah mengusung teknologi dan otomatisasi dalam penggunaannya (Simangunsong & Eka, 2019).

*Tools* merupakan salah satu tahap penting dalam sejarah evolusi manusia, karena penggunaannya terus berkembang dari zaman purbakala hingga saat ini di mana teknologi menjadi bagian hidup manusia. Perkembangan *tools* dimulai dari yang sederhana pada zaman purbakala hingga kini, di mana manusia hidup berdampingan dengan teknologi canggih. Kegunaan *tools* pun terus meningkat dan semakin mempermudah kehidupan manusia (Sunaryo, 2019).

### **2.1.5.2. Fungsi Tools**

Secara luas, menurut (Situmorang, 2019) tools memiliki beberapa fungsi.

Di antaranya adalah:

#### 1. Mempermudah tugas

Seperti yang telah disebut sebelumnya, tools atau alat dapat secara signifikan mempermudah berbagai tugas yang dihadapi manusia. Baik itu pekerjaan di rumah, kantor, atau di luar ruangan, penggunaan tools dapat menyederhanakan dan mengurangi beban kerja. Contohnya, alat-alat modern telah membuat pekerjaan rumah seperti mencuci piring, mencuci dan mengeringkan pakaian, menyapu, dan memasak menjadi lebih ringan dan efisien.

#### 2. Memenuhi kebutuhan

Selain mempermudah, keberadaan tools sebenarnya merupakan kebutuhan untuk menciptakan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, adanya lemari es atau kulkas yang berfungsi sebagai alat penyimpanan bahan makanan agar tetap segar dan tahan lebih lama.

#### 3. Hiburan

Banyak tools atau peralatan yang juga berfungsi sebagai sarana hiburan. Smartphone dan televisi adalah contoh umum di era saat ini. Kemajuan teknologi telah memungkinkan manusia menikmati berbagai hiburan dari berbagai negara dengan mudah dan cepat

### **2.1.6 Design For Manufacture and Assembly**

DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*) adalah sebuah teknik atau metode yang digunakan dalam merancang ulang produk atau menciptakan produk baru dengan tujuan untuk mempermudah proses manufaktur dan penyatuan komponen. Dalam metode ini, rancangan produk dibuat se-sederhana mungkin dan disesuaikan dengan kemampuan fasilitas manufaktur, dengan mempertimbangkan

faktor teknik (Kurnianto et al., 2018). Menurut (Nugroho, 2018) DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*) memiliki dua aspek penting, yaitu perancangan yang mempertimbangkan kemudahan dalam proses manufaktur dan juga perancangan yang mempertimbangkan kemudahan dalam tahapan perakitan produksi. Metode DFMA digunakan dalam pembuatan desain produk dengan tujuan untuk menyederhanakan proses manufaktur dan perakitan, namun tetap memastikan fungsi yang optimal dari produk tersebut dengan mempertimbangkan aspek teknik.

DFMA (*Design of Manufacture and Assembly*) biasanya dipakai pada tiga kegiatan utama yaitu:

1. DFMA (Design for Manufacture and Assembly) berfungsi sebagai fondasi dalam ilmu perancangan produk dan tahapan-tahapannya, digunakan oleh para perancang untuk menyederhanakan struktur pembuatan produk, mengurangi biaya manufaktur dan produksi, serta menguji tingkat perkembangan produk (Situmorang, 2020).
2. DFMA juga berperan sebagai alat perbandingan untuk memahami dan mengevaluasi kekuatan dan kelemahan produk pesaing dari segi manufaktur dan proses perakitan (Nugroho, 2018).
3. Selain itu, DFMA digunakan sebagai dasar untuk menentukan harga produk yang akan dihasilkan dan membantu dalam negosiasi dengan pemasok bahan baku atau vendor (Nugroho, 2018).

Proses DFMA dimulai dengan tahap perancangan konsep dasar, di mana dilakukan analisis DFMA untuk menyederhanakan komponen produk.

Setelah itu, dilakukan analisis DFM yang meliputi perkiraan biaya untuk setiap komponen yang akan digunakan, baik pada tahap awal maupun tahap final sebagai dasar penetapan harga produk. Pada tahap ini, semua bahan, komponen, dan proses yang digunakan harus yang terbaik atau paling dominan. Selanjutnya, proses DFM dilakukan secara lebih mendalam untuk mencapai ketepatan dalam perancangan struktur produk (Dongre et al., 2019)

Menurut Nugroho (2018), dalam tahapan pengembangan konsep, dilakukan beberapa kegiatan sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan konsumen:

Tahap ini mencakup penelitian untuk memahami keinginan konsumen dari aspek yang terlihat maupun tidak terlihat, serta detail-detail produk yang diinginkan oleh mereka.

2. Membuat spesifikasi target:

Kegiatan pada tahapan ini melibatkan pembuatan spesifikasi target yang akan menggambarkan secara teknis produk yang akan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan konsumen.

3. Menggali konsep:

Pada tahap ini, berbagai konsep produk yang mungkin akan dihasilkan diteliti secara mendalam. Biasanya, beberapa konsep akan dibuat dalam bentuk sketsa dan deskripsi singkat.

4. Memilih konsep:

Kegiatan ini berfokus pada pemilihan konsep, sketsa, dan gambaran produk mana yang akan dikembangkan lebih lanjut ke tahap akhir.

5. Menguji konsep:

Konsep yang telah dipilih akan diuji untuk melihat respon konsumen dan menentukan apakah konsep tersebut layak untuk dilanjutkan.

6. Pemilihan akhir:

Tahapan ini melibatkan pemilihan konsep akhir yang sesuai dengan keinginan konsumen dan persiapan untuk mengembangkan dan merevisi konsep tersebut.

7. Analisis

Analisis dilakukan untuk membantu dalam pengambilan keputusan selama tahap pengembangan produk. Hal ini melibatkan peningkatan produksi dari setiap komponen yang akan digunakan dalam produk.

## 2.2 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2. 1** Penelitian Terdahulu

1.	Judul Penelitian	<i>The utilisation of DFMA and FEA method towards sustainable design improvement: A case study of air freshener (International Journal)</i>
	Nama Peneliti	Effendi et al., (2021)
	Masalah	Desain pengharum ruangan yang tidak efisien sehingga menyebabkan tingginya biaya produksi dan lamanya waktu perakitan
	Metodologi	<i>Design for Manufacture and Assembly (DFMA) &amp; Finite Element Analysis (FEA)</i>
	Hasil Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jumlah total komponen berkurang yang awalnya 23 menjadi 16. Total waktu perakitan berkurang yang awalnya 254,53 detik menjadi 151,38 detik</li> <li>2. Efisiensi desain produk yang ditingkatkan 16,43% lebih tinggi dibandingkan dengan desain yang ada yaitu 21,22% dan 37,65% untuk desain baru.</li> </ol>

2.	Judul Penelitian	Pengembangan Produk Wastafel Portable Secara Manual Dengan <i>Metode Design For Manufacture And Assembly</i> (DFMA)
	Nama Peneliti	Nazarudin & Suryadi, (2021)
	Masalah	Produk wastafel semi otomatis yang dijual dipasaran menggunakan pompa berdaya listrik yang besar dan harganya mahal.
	Metodologi	<i>Design for Manufacture and Assembly</i> (DFMA)
	Hasil Penelitian	Pengembangan produk wastafel portable ini memiliki harga yang relative murah daripada produk yang beredar dipasaran dengan harga Rp645.000,00 dan Rp570.000,00 untuk produk inovasi. Total waktu pembuatan wastafel ini memakan waktu 65 menit.
3.	Judul Penelitian	Manufaktur Alat Bantu Tangkap Ikan Tipe Hidrolik Untuk Kapal Kapasitas 5-10 GT
	Nama Peneliti	Rudiansyah & Suwandi, (2020)
	Masalah	Masih banyak para nelayan yang tidak dapat menangkap ikan secara maksimal sehingga diperlukan alat bantu penangkap ikan.
	Metodologi	<i>Design for Manufacture and Assembly</i> (DFMA)
	Hasil Penelitian	Alat bantu pengangkap ikan terdiri dari 19 komponen. Proses pembuatan alat tersebut melibatkan 51 tahapan yang total waktu pengerjaannya adalah selama 1379 menit. Untuk memproduksi satu set alat bantu, diperlukan biaya bahan baku sebesar Rp8.635.000,00, biaya produksi sebesar Rp540.000,00, dan ada perencanaan laba sebesar Rp775.000,00. Dengan demikian, harga penjualan satu set alat bantu ditaksir sebesar Rp9.950.000,00.
4.	Judul Penelitian	Perencanaan Pembuatan Mesin <i>Thermoforming</i> Untuk Produk Tutup Plastik Cup
	Nama Peneliti	Nugraha & Hariri, (2020)
	Masalah	PT X membutuhkan mesin yang dapat memproduksi produk tutup <i>cup</i> plastik dengan proses <i>thermoforming</i> .
	Metodologi	<i>Design for Manufacture and Assembly</i> (DFMA)

	Hasil Penelitian	Total waktu yang dibutuhkan dalam perakitan satu unit mesin <i>thermoforming</i> termasuk waktu pembelian, perakitan komponen dan test uji coba selama 52 hari dua jam. Biaya pembelian komponen sebesar Rp110.342.100, biaya manufaktur sebesar Rp3.050.000, dan biaya tak terduga sebesar Rp5.000.000. sehingga total biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan satu unit sebesar Rp118.392.100.
5.	Judul Penelitian	<i>Design of the Vertical Roundness Tester Machine Using the AHP Method (Analytical Hierarchy Process) Through the DFM Approach (Design for Manufacturing)</i>
	Nama Peneliti	Reforiandi & Arief (2021)
	Masalah	Diperlukannya sebuah alat <i>The Roundness Tester Machine</i> dalam hal memeriksa kebulatan ( <i>roundness</i> ) suatu benda
	Metodologi	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP) &amp; Design for Manufacture and Assembly (DFMA)</i>
	Hasil Penelitian	Berdasarkan hasil kuisisioner, indikator yang mempengaruhi pemilihan desain <i>Vertical Roundness Tester Machine</i> dari yang tertinggi sampai yang terendah adalah akurasi 48,52%, akurasi 27,18%, akurasi 18,16%, dan <i>serviceability</i> 6,14%. Berdasarkan hasil perhitungan DFM, maka biaya pembuatan komponen <i>Vertical Roundness Tester Machine</i> terendah berada pada Alternatif Desain 3 Rp4.468.000, dibandingkan dengan Desain Alternatif 2 dan Desain Alternatif 1.
6.	Judul Penelitian	<i>DFMA analysis of front axle assembly of an excavator</i>
	Nama Peneliti	Venkatean & Palaniswamy (2021)
	Masalah	Terdapat banyaknya jumlah <i>front axle assembly of an excavator</i> yang mengalami <i>reject</i> menyebabkan biaya dan waktu henti yang lebih tinggi karena pengerjaan ulang atau pergantian suku cadang.
	Metodologi	<i>Design for Manufacture and Assembly (DFMA)</i>

Tabel 2.1 Lanjutan

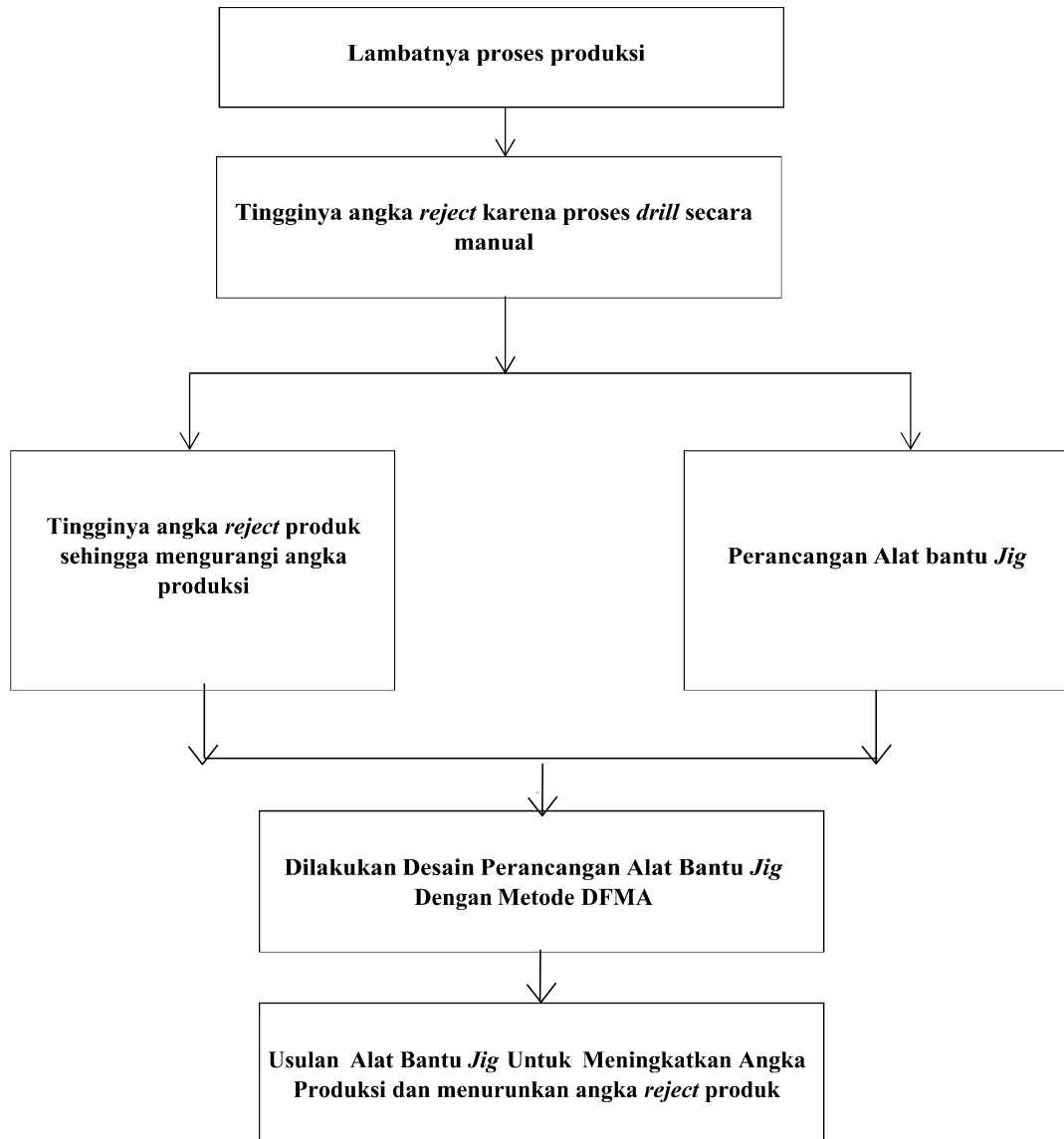
	Hasil Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variasi celah (maksimum ke minimum) dalam rakitan berkurang 0,100 mm untuk dimensi nominal dan 0,400 mm untuk dimensi yang diukur dari garis tengah</li> <li>2. Probabilitas suku cadang yang tidak dapat dirakit pada percobaan pertama adalah 2,8%, sedangkan untuk toleransi termodifikasi yang diperoleh dalam penelitian ini hampir direduksi menjadi 0%.</li> <li>3. Desain yang dimodifikasi memiliki kemampuan pertukaran yang lebih baik untuk suku cadang, mudah untuk dirakit dan lebih sedikit penggunaan shim dan selain itu tidak ada bagian yang dipilih secara acak yang mengakibatkan gangguan.</li> </ol>
7.	Judul Penelitian	<i>Design for Manufacturing and Assembly (DFMA): Redesign of Joystick</i>
	Nama Peneliti	Nor Nasyitah Mohammad et al, (2020)
	Masalah	Desain <i>joystick</i> yang tidak efisien sehingga terdapat banyaknya suku cadang, lamanya waktu.
	Metodologi	<i>Design for Manufacture and Assembly (DFMA)</i>
	Hasil Penelitian	Hasil penelitian yaitu waktu perakitan untuk mendesain ulang kemudian meningkat sebesar 21% dengan penurunan waktu perakitan dari 294,2 detik menjadi 232,44 detik dan peningkatan efisiensi desain sebesar 26,5% dari 20,4% menjadi 25,8%.
8.	Nama Penelitian	Effendi et al., (2021) <i>(International Journal)</i>
	Judul Penelitian	<i>The utilisation of DFMA and FEA method towards sustainable design improvement: A case study of air freshener</i>
	Hasil Penelitian	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jumlah total komponen berkurang yang awalnya 23 menjadi 16. Total waktu perakitan berkurang yang awalnya 254,53 detik menjadi 151,38 detik</li> <li>2. Efisiensi desain produk yang ditingkatkan 16,43% lebih tinggi dibandingkan dengan desain yang ada yaitu 21,22% dan 37,65% untuk desain baru.</li> </ol>
9.	Nama Peneliti	Bagus Wibisono (2022) (Putera Batam)



**Tabel 2.1** Lanjutan

	Judul Penelitian	Desain Cetakan Vacuum Forming Untuk Pembuatan Plastic Packaging Tray Di Pt Sm Engineering
	Hasil Penelitian	Setelah melakukan evaluasi terhadap desain awal, didapatkan desain alternatif cetakan vacuum forming. Desain alternatif ini kemudian dianalisis menggunakan metode Design for Manufacturability and Assembly (DFMA). Hasil analisis menunjukkan bahwa desain alternatif tersebut terdiri dari 94 komponen dengan berat total 23,05 kg. Waktu pemesinan total untuk pembuatan desain alternatif adalah 18,91 jam, dengan total biaya produksi sebesar Rp18.962.891. Setelah membandingkan desain awal dengan desain alternatif berdasarkan parameter jumlah komponen, berat total, waktu pemesinan, dan total biaya produksi, maka desain alternatif dipilih sebagai desain yang terbaik. Desain alternatif ini dianggap lebih efisien dan menghasilkan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan desain awal. Oleh karena itu, desain alternatif cetakan vacuum forming menjadi pilihan terbaik untuk diterapkan.
	Nama Peneliti	Muhammad Zulkarnain (2020) (Putera Batam)
	Judul Penelitian	Perancangan Alat Bantu Untuk Arranging Charger Outer Devices Crash Stop Di PT Nok Precision Component Batam
10.	Hasil Penelitian	Keberhasilan implementasi alat bantu JIG Arranging dengan menggunakan metode perancangan DFMA memberikan peningkatan terhadap proses Arranging sebesar 130%, dimana yang sebelumnya 38 proses menjadi 88 kali proses perhari. Proses Arranging mengalami percepatan waktu dalam proses dimana yang sebelumnya menggunakan alat bantu Pinset membutuhkan waktu 9,13 menit kini dengan menggunakan alat bantu JIG Arranging hanya membutuhkan 3,95 menit.

### 2.3 Kerangka Berfikir



**Gambar 2.4** Kerangka Berfikir