DESAIN CETAKAN VACUUM FORMING UNTUK PEMBUATAN PLASTIC PACKAGING TRAY DI PT SM ENGINEERING

SKRIPSI



Oleh: Bagus Wibisono 180410010

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER UNIVERSITAS PUTERA BATAM 2022

DESAIN CETAKAN VACUUM FORMING UNTUK PEMBUATAN PLASTIC PACKAGING TRAY DI PT SM ENGINEERING

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana



Oleh: Bagus Wibisono 180410010

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER UNIVERSITAS PUTERA BATAM 2022

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Bagus Wibisono

NPM : 180410010

Fakultas : Teknik dan Komputer

Program Studi : Teknik Industri

Menyatakan bahwa "Skripsi" yang saya buat dengan judul:

DESAIN CETAKAN VACUUM FORMING UNTUK PEMBUATAN PLASTIC PACKAGING TRAY DI PT SM ENGINEERING

Adalah hasil karya sendiri dan bukan "duplikasi" dari karya orang lain. Sepengetahuan saya, di dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip di dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia naskah Skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari siapapun.

Batam, 17 Januari 2022



Bagus Wibisono 180410010

DESAIN CETAKAN VACUUM FORMING UNTUK PEMBUATAN PLASTIC PACKAGING TRAY DI PT SM ENGINEERING

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana

Oleh: Bagus Wibisono 180410010

Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal seperti tertera di bawah ini

Batam, 17 Januari 2022

Rizki Prakasa Hasibuan, S.T., M.T., ASCA

Pembimbing

ABSTRAK

Semua proses manufaktur pasti diawali dari suatu perancangan atau desain dalam pembuatan produk, termasuk pada proses thermoforming. Pada proses thermoforming memiliki beberapa tahapan dalam perancangan dan desain produknya, yaitu: desain produk thermoforming dan desain cetakan (mold). Cetakan (*mold*) merupakan gambaran dari bentuk produk *thermoforming* yang akan dibuat. Department Vacuum Forming di PT SM Engineering mendapat permintaan dari pelanggan dalam pembuatan plastic packaging tray untuk produk cable subassembly dengan part number NA100715R2-1. Berdasarkan hal tersebut peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian perancangan produk dan cetakan (mold) plastic packaging tray ini menggunakan metode Design for Manufacture and Assemby (DFMA). Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan desain awal maupun rancangan desain alternatif yang berdasarkan hasil evaluasi pada desain awal dengan menggunakan DFMA dan berdasar parameter pembanding sehingga dapat menentukan pilihan desain yang terbaik. Berdasarkan dari analisis DFMA desain awal didapatkan komponen penyusun cetakan vacuum forming berjumlah 108 komponen dengan berat 23,95 kg, total waktu pemesinan selama 22,16 jam dan total biaya sebesar Rp20.945.984. Dari hasil evaluasi desain awal didapatkan desain alternatif cetakan vacuum forming. Desain alternatif yang dirancang dianalisis dengan menggunakan DFMA dan diperoleh hasil komponen penyusun cetakan vacuum forming berjumlah 94 komponen dengan berat 23,05 kg, total waktu pemesinan selama 18,91 jam dan total biaya sebesar Rp18.962.891. Dari desain awal dan desain alternatif vacuum forming yang dirancang, setelah dibandingkan berdasar parameter jumlah komponen, berat total, waktu pemesinan, dan total biaya hasil pengolahan dipilih desain alternatif yang terbaik.

Kata Kunci: DFMA; *Mold*; *Vacuum Forming*.

ABSTRACT

All manufacturing processes must begin with a design or design in the manufacture of products, including the thermoforming process. The thermoforming process has several stages in product design and design, namely: thermoforming product design and mold design. The mold is an illustration of the shape of the thermoforming product that will be made. The Vacuum Forming Department at PT SM Engineering received a request from customers to manufacture plastic packaging trays for cable sub-assembly products with part number NA100715R2-1. Based on this, the researcher intends to conduct research on product design and plastic packaging tray molds using the Design for Manufacture and Assemby (DFMA) method. This study aims to make an initial design design and alternative design designs based on the results of the evaluation of the initial design using DFMA and based on comparison parameters so that they can determine the best design choice. Based on the DFMA analysis of the initial design, it was found that the components that make up the vacuum forming mold are 108 components with a weight of 23.95 kg, a total machining time of 22.16 hours and a total cost of Rp. 20,945,984. From the results of the initial design evaluation, an alternative design of vacuum forming molds was obtained. The alternative design designed was analyzed using DFMA and the results obtained that the components that make up the vacuum forming mold are 94 components with a weight of 23.05 kg, a total machining time of 18.91 hours and a total cost of Rp. 18.962.891. From the initial design and alternative designs of vacuum forming that were designed, after being compared based on the parameters of the number of components, total weight, machining time, and total processing costs, the alternative design was chosen.

Keywords: DFMA; Mold; Vacuum Forming.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

- 1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom., M.SI. selaku Rektor Universitas Putera Batam:
- 2. Bapak Welly Sugianto, S.T., M.M. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Putera Batam;
- 3. Ibu Nofriani Fajrah, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri;
- 4. Bapak Rizki Prakasa Hasibuan, S.T., M.T., ASCA. selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam yang telah membantu penulis dalam penulisan skripsi;
- 5. Dosen dan Staff Univeristas Putera Batam yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta bimbingan kepada penulis;
- 6. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan kepada penulis;
- 7. Seluruh teman-teman penulis yang telah banyak memberi semangat dan masukan kepada penulis.

Semoga Tuhan YME membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufik-Nya, Amin.

Batam, 17 Januari 2022

Bagus Wibisono 180410010

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
1.6.1. Manfaat Teoritis	6
1.6.2. Manfaat Praktis	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Teori Dasar	7
2.1.1. Desain Produk	7
2.1.2. <i>Thermoforming</i>	8
2.1.3. Desain Cetakan Vacuum Forming	10
2.1.4. Design for Manufacture and Assembly (DFMA)	13
2.1.5. Design for Assembly (DFA)	
2.1.6. Design for Manufacture (DFM)	17
2.2. Penelitian Terdahulu	18
2.3. Kerangka Berfikir	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Desain Penelitian	23
3.2. Variabel Penelitian	24
3.3. Populasi dan Sampel	24
3.4. Teknik Pengumpulan Data	24
3.5. Teknik Analisis Data	
3.6. Lokasi dan Jadwal Penelitian	26
3.6.1. Lokasi Penelitian	26
3.6.2. Iadwal Penelitian	26

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Penelitian	28
4.1.1. Pengumpulan Data	28
4.1.2. Hasil Desain Awal	
4.1.3. Analisis Desain Awal	33
4.1.3. Perbaikan Desain	40
4.1.4. Hasil dan Analisis Desain alternatif	42
4.2. Pembahasan	50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Simpulan	53
5.2. Saran	
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Lampiran 1. Pendukung Penelitian	
Lampiran 2. Daftar Riwayat Hidup	
Lampiran 3. Surat Keterangan Penelitian	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Produk Cable Sub-Assembly NA100715R2-1	2
Gambar 2.1 Proses Pressure Forming	
Gambar 2.2 Proses Vacuum Forming	
Gambar 2.3 Proses Plug-assist Vacuum Forming	
Gambar 2.4 Draft Angles	
Gambar 2.5 Venting	
Gambar 2.6 Undercuts	12
Gambar 2.7 Male and Female Mold	13
Gambar 2.8 Flowchart Tahap Penerapan Metode DFMA	15
Gambar 2.9 Kerangka Berfikir	
Gambar 3.1 Desain Penelitian	
Gambar 4.1 Dimensi cable sub-assembly NA100715R2-1	29
Gambar 4.2 Konsep Desain Plastic Packaging Tray	29
Gambar 4.3 Hasil Desain Awal	
Gambar 4.4 Desain Awal Plastic Packaging Tray	32
Gambar 4.5 Desain Awal Cetakan Vacuum Forming	33
Gambar 4.6 Exploded View Desain Awal Cetakan Vacuum Forming	
Gambar 4.7 Perbaikan Desain Plastic Packaging Tray	
Gambar 4.8 Perubahan Desain Komponen Mold	
Gambar 4.9 Perbaikan Desain Komponen Plug Assist	42
Gambar 4.10 Hasil Desain Alternatif	
Gambar 4.11 Desain Alternatif Plastic Packaging Tray	43
Gambar 4.12 Desain alternatif Cetakan Vacuum Forming	
Gambar 4.13 Exploded View Desain alternatif Cetakan Vacuum Forming	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel	2.1 Penelitian Terdahulu
Tabel	3.1 Jadwal Penelitian 27
Tabel	4.1 Spesifikasi Mesin CNC <i>Milling</i>
	4.2 Bill of Material Desain Awal Cetakan Vacuum Forming34
Tabel	4.3 Jumlah Komponen dan Total Berat Desain Awal35
Tabel	4.4 Perkiraan Bahan Baku Desain Awal Cetakan Vacuum Forming36
Tabel	4.5 Estimasi Waktu Pemesinan Komponen Plug Assist Desain Awal37
Tabel	4.6 Estimasi Waktu Pemesinan Komponen <i>Mold</i> Desain Awal38
Tabel	4.7 Total Estimasi Waktu Pemesinan Cetakan Vacuum Forming39
Tabel	4.8 Total Estimasi Biaya Manufaktur Cetakan Vacuum Forming40
Tabel	4.9 Bill of Material Desain alternatif Cetakan Vacuum Forming
Tabel	4.10 Jumlah Komponen dan Total Berat Desain alternatif
Tabel	4.11 Perkiraan Bahan Baku Desain alternatif Cetakan Vacuum Forming47
Tabel	4.12 Estimasi Waktu Pemesinan Komponen Plug Assist Desain alternatif 48
	4.13 Estimasi Waktu Pemesinan Komponen <i>Mold</i> Desain alternatif49
	4.14 Total Estimasi Waktu Pemesinan Cetakan <i>Vacuum Forming</i> 49
	4.15 Total Estimasi Biaya Manufaktur Cetakan Vacuum Forming50
	4.16 Parameter Pembanding Desain Awal dan Desain alternatif51

BABI

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semua proses manufaktur pasti diawali dari suatu perancangan atau desain dalam pembuatan produk, termasuk pada proses *thermoforming*. *Thermoforming* merupakan suatu proses pembentukannya lembaran plastik yang terlebih dahulu dilakukannya pemanasan dan kemudian dilakukannya proses pembentukan lembaran plastik menggunakan cara penghisapan (*vacuum*) atau penekanan (*pressure*) ke dalam cetakan yang sesuai bentuk produk akhir yang diinginkan.

Pada proses thermoforming yang memiliki beberapa tahapan dalam perancangan dan desain produknya, yaitu: desain produk thermoforming dan desain cetakan (mold). Cetakan (mold) merupakan gambaran dari bentuk produk thermoforming yang akan dibuat. Cetakan dapat dibuat dari kayu biasa digunakan untuk prototipe dan uji coba, resin epoksi digunakan untuk produksi volume rendah dan aluminium digunakan untuk produksi penuh. Dalam pembuatan cetakan dibagi menjadi dua cara, yaitu: additive (penambahan material) dan subtractive (pengurangan material). Cara additive dilakukan dengan menggunakan metode Stereolithography (3D Printing) sedangkan cara subtractive yaitu pengurangan material dengan bantuan mesin CNC (Computer Numerical Control).

Dalam perancangan cetakan (*mold*) ada beberapa kriteria yang harus diperhatikan, yaitu: biaya tenaga kerja dan bahan harus rendah, modifikasi cetakan harus dimungkinkan untuk perubahan desain, cetakan tidak boleh menyimpang atau

berubah bentuk selama pencetakan, cetakan harus tahan 65°C hingga 93°C dan penampilan produk harus dapat diterima.

PT SM Engineering merupakan perusahaan yang berada di kawasan Industri Citra Buana Centre Park III, Jl. Engku Putri, Kelurahan Belian, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau. Salah satu departemen yang berada PT SM Engineering yaitu Departemen Vacuum Forming. Produk yang dihasilkan di Departemen Vacuum Forming ini adalah produk packaging tray berbahan dari plastik yang dibuat melalui proses thermoforming digunakan untuk keperluan packaging komponen-komponen elektronik. Departemen Vacuum Forming mendapatkan permintaan dari pelanggan dalam pembuatan plastic packaging tray untuk produk cable sub-assembly dengan part number NA100715R2-1. Untuk memenuhi permintaan pelanggan tersebut maka dibutuhkan desain plastic packaging tray dan cetakan vaccum forming untuk pembuatan packaging tray yang sesuai degan spesifikasi yang diinginkan pelanggan yaitu untuk produk cable sub-assembly dengan part number NA100715R2-1.



Gambar 1.1 Produk Cable Sub-Assembly NA100715R2-1

Melihat dari permasalahan yang dialami oleh Departemen *Vacuum Forming*, maka peneliti bermaksud melakukan penelitian perancangan produk dan cetakan (*mold*) plastic packaging tray ini menggunakan metode Design for Manufacture

and Assemby (DFMA). DFMA sendiri merupakan satu dari banyaknya metode yang biasa di gunakan untuk mendesain produk yang bertujuan untuk meminimasi komponen produk, waktu manufaktur dan biaya dalam pembuatan produk tersebut tapi harus tanpa mengabaikan fungsionalitas dari produk tersebut (Carolla, 2019). Alasan dipilihnya metode DFMA pada penelitian ini dikarenakan mempunyai maksud untuk memastikan bahwa dalam merancang sebuah produk dengan metode DFMA apakah dapat meminimasi jumlah komponen, waktu manufaktur dan biaya dalam pembuatan produk tersebut tapi harus tanpa mengabaikan fungsionalitas dari produk tersebut.

Berdasarkan penelitiaan yang berjudul "Design for Manufacturing and Assembly (DFMA): Redesign of Joystick" yang dilakukan oleh Nasyitah Mohammad, Rosli, Fadzly, Syaiyidah Mohamad Salikan, & Effendi (2020). Hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode DFMA yaitu waktu perakitan untuk mendesain ulang kemudian meningkat sebesar 21% dengan penurunan waktu perakitan dari 294,2 detik menjadi 232,44 detik sehingga meningkatkan efisiensi desain sebesar 26,5% dari 20,4% menjadi 25,8%.

Berdasarkan penelitian yang berjudul "Application of Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) Methodology in the Steel Furniture Industry" yang dilakukan oleh C D Naiju, Jayakrishnan V, Pranav V. Warrier and Rijul B (2016). Hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode DFMA yaitu komponen penyusun kursi lipat berkurang yang awalnya terdiri dari Sembilan komponen menjadi tiga komponen dan total biaya produksi satu kursi lipat yang awalnya Rs. 675 menjadi Rs. 607. Berat dari produk tempat tidur

mengalami perubahan dari 867.13 lb menjadi 385.08 lb dan total komponen berkurang dari 29 menjadi Sembilan komponen sehingga total biaya berkurang dari Rs. 4530 menjadi Rs. 3630.

Berdasarkan hal itulah, maka peneliti berusaha merancang dan mengkaji produk *plastic packaging tray* menggunakan pendekatan metode DFMA dengan melakukan penelitian yang diberi judul "DESAIN CETAKAN *VACUUM FORMING* UNTUK PEMBUATAN *PLASTIC PACKAGING TRAY* DI PT SM ENGINEERING".

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas diidentifikasikan permasalahan sebagai berikut:

- Dalam perancangan produk dan cetakan (mold) plastic packaging tray harus sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan pelanggan.
- 2. Belum adanya cetakan (mold) vacuum forming untuk cable sub-assembly dengan part number NA100715R2-1.
- 3. Waktu yang diperlukan dalam proses pembuatan cetakan (*mold*) cukup memakan waktu.

1.3. Batasan Masalah

Pada dasarnya pembatasan masalah diperlukan agar dapat melihat permasalahan dengan cara yang lebih fokus tanpa keluar dari struktur berpikir dalam masalah tersebut. Adapun batasan masalah didalam penelitian ialah:

1. Perancangan produk dan cetakan (*mold*) plastic packaging tray ini hanya untuk cable sub-assembly dengan part number NA100715R2-1.

- 2. Penelitian ini menggunakan metode Design For Manufacturing and Assembly.
- 3. Penelitian ini dibatasi hanya sampai melakukan perancangan produk dan cetakan (*mold*) plastic packaging tray dalam bentuk desain 3D software Solidworks dan simulasi pemesinan menggunakan software Camworks.

1.4. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah, identifikasi masalah, dan batasan masalah diatas di dapat rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana merancang desain awal cetakan vacuum forming dan menganalisis desain tersebut menggunakan DFMA?
- 2. Bagaimana merancang desain alternatif berdasarkan hasil evaluasi pada desain awal cetakan *vacuum forming* dan menganalisis desain alternatif dengan menggunakan DFMA?
- 3. Parameter pembanding apa yang digunakan untuk mengkomparasikan desain awal dan desain alternatif sehingga mendapatkan desain terbaik?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Membuat rancangan desain awal cetakan vacuum forming dan menganalisis desain tersebut menggunakan DFMA.
- Membuat rancangan desain alternatif berdasarkan hasil evaluasi pada desain awal cetakan *vacuum forming* dan menganalisis desain alternatif dengan menggunakan DFMA.

3. mengkomparasikan desain awal dan desain alternatif sesuai dengan parameter pembanding sehingga mendapatkan desain terbaik.

1.6. Manfaat Penelitian

1.6.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk peneliti-peneliti selanjutnya yang berhubungan dengan desain cetakan *vacuum forming* untuk pembuatan *plastic packaging tray* menggunakan metode *Design For Manufacture* and Assemby.

1.6.2. Manfaat Praktis

- Bagi penulis dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu pembelajaran yang didapat dari universitas.
- Bagi Universitas Putera Batam hasil penelitian ini dapat dijadikan tambahan koleksi perpustakaan dan menambah referensi karya ilmiah bagi mahasiswa Universitas Putera Batam.
- Bagi peneliti selanjutnya penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi sebagai bahan penelitian lanjutan yang lebih mendalam pada masa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

2.1.1. Desain Produk

Desain pada suatu produk merupakan satu diantara beberapa faktor yang memperbedakan keunikan suatu produk dengan keunikan produk yang lain. Kotler dan Armstrong (2014) mengklasifikasikan atribut produk menjadi tiga faktor yaitu kualitas dari suatu produk, fitur dari suatu produk dan desain dari suatu produk. Yang artinya, desain dari suatu produk merupakan satu diantara unsur yang penting dalam suatu produk yang nantinya hendak diproduksi dan diperjualbelikan.

Kotler dan Armstrong (2014) Dalam tiap produk pasti memiliki keunikan desainnya sendiri yang diwujudkan oleh para produsen dalam membuat ciri khas dari suatu produk tersebut dalam upaya untuk menarik ketertarikan dalam melakukan pembelian dari calon konsumen. Konsep desain dari suatu produk itu sendiri menurut adalah desain yang memiliki konsep lebih luas daripada penampilannya. Desain selain meninjau dalam faktor penampilan, desain harus dapat memiliki tujuan dalam memperbaiki fungsionalitas produk, meminimasi dalam hal biaya produksi, serta mengingkatkan keutamaan dalam bersaing.

Kotler dan Keller (2016) mendefinisikan terdapat banyak hal yang berkaitan dengan aspek-aspek pada desain atau rancangan suatu produk yang mencakup bentuk produk, fitur produk, mutu dan kesesuaian produk, daya tahan suatu produk, kehandalan suatu produk, penampilan suatu produk, dan kemudahan dalam perbaikan suatu produk.

Kotler dan Armstrong (2014) juga menyatakan bahwa desain dari produk merupakan keseluruhan karakteristik yang dapat mempengaruhi penampilan suatu produk, sifat suatu produk, dan fungsi suatu produk berlandaskan pada kebutuhan dan keinginan pelanggan.

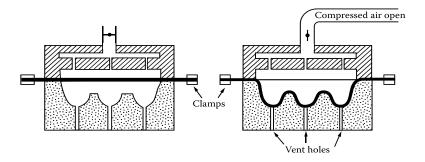
Dengan adanya desain produk kegagalan atau kesalahan yang dapat saja terjadi ketika proses pembuatan produk tersebut dapat dihindarkan, dapat menggunakan metode tepat dan yang paling baik serta mempertimbangkan faktor ekonomis dalam pengerjaan suatu produk, dapat mencocokan spesifikasi dari produk yang akan kerjakan, dan dapat menghitung biaya dan memutuskan harga serta kepantasan produk tersebut. Dengan maksud lain, satu diantara beberapa faktor keberhasilan pemasaran produk berawal dari desain produk.

2.1.2. Thermoforming

Thermoforming merupakan suatu proses pembentukannya lembaran plastik yang terlebih dahulu dilakukannya pemanasan dan kemudian dilakukannya proses pembentukanyan lembaran plastik menggunakan cara penghisapan (vacuum) atau penekanan (pressure) ke dalam cetakan yang sesuai bentuk produk akhir yang diinginkan. Menurut prosesnya thermoforming dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Pressure Forming

Pressure Forming merupakan suatu proses dalam manufaktur pembentukan plastik yang berupa lembaran plastik yang terlebih dahulu dilakukan pemanasan kemudian ditekan kedalam cetakan dan ditahan dalam beberapa waktu sampai lembaran plastik tersebut membentuk sesuai dengan bentuk cetakan (Irwansyah, Budiyantoro, & Sunardi, 2017).



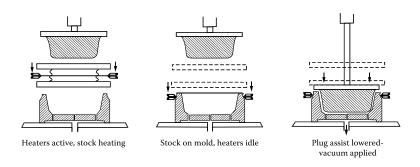
Gambar 2.1 Proses Pressure Forming

2. Vacuum Forming

Vacuum Forming merupakan suatu proses dalam manufaktur pembentukan plastik yang berupa lembaran plastik yang terlebih dahulu dilakukan pemanasan kemudian dihisap ke dalam cetakan. Proses pengisapan dilaksanakan dengan kondisi vacuum atau hampa udara saat berada di dalam cetakan. Proses pengisapan tersebut dilakukan melalui lubang kecil yang berada pada cetakan (Irwansyah et al., 2017).



Gambar 2.2 Proses Vacuum Forming



Gambar 2.3 Proses Plug-assist Vacuum Forming

Dengan menggunakan bantuan sebuah mesin proses *pressure forming* maupun proses *vacuum forming* dapat dilakukan dengan cepat. Material atau bahan yang yang sering dipakai pada proses *thermoforming* adalah termoplastik seperti polistirena, selulosa asetat, selulosa asetat butirat, PVC, ABS, poli (metil metakrilat), polietilen densitas rendah dan tinggi, dan poli propilena. Teknik *thermoforming* paling cocok untuk memproduksi cetakan dari area yang luas dan sangat cetakan berdinding tipis, atau dimana hanya diperlukan jangka pendek. Pengaplikasian terbesar untuk hasil proses *thermoforming* adalah untuk kemasan makanan. Industri lainnya termasuk perlengkapan mandi, farmasi dan elektronik.

2.1.3. Desain Cetakan Vacuum Forming

Dalam mendesain cetakan *vacuum forming* Untuk memenuhi persyaratan dimensi dan termal dari proses *thermoforming* faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan ketika memilih bahan untuk pembuatan cetakan:

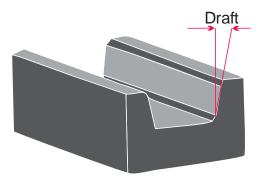
- Harus mampu melakukan siklus termal berulang. Dikarenakan untuk menjaga kualitas, stabilitas dimensi dan untuk menghindari kerapuhandan tegangan cetakan, suhu cetakan harus dikontrol dalam jangka pendek.
- Harus mudah dimodifikasi. Proses thermoforming menawarkan perputaran yang cepat dan volume produksi yang rendah ini menyebabkan terjadinya perubahan desain.
- 3. Harus dapat mentransmisikan vakum dari semua area permukaannya. Dalam kebanyakan aplikasi lubang vakum harus sekecil mungkin. Itu kepraktisan mengebor lubang yang sangat kecil ke dalam cetakan mempengaruhi pemilihan cetakan bahan dan ketebalan material.

- 4. Harus kuat. Kekokohan dapat dicapai melalui kekuatan yang melekat pada material atau sifatnya ketebalan.
- 5. Harus akurat secara dimensi.
- 6. Harus memiliki penyusutan yang diketahui. Plastik akan mereplikasi dimensi cetakan sehingga desain cetakan harus mengenali susut bahan dan plastik.

Setiap desainer harus memikirkan persyaratan dalam mendesain cetakan *vacuum forming* berikut ini beberapa persyaratan singkat, tetapi sangat penting untuk desain cetakan *vaccum forming*:

1. Draft Angles

Saat mendesain cetakan, penting untuk berpikir tentang mengerjakan sudut draf ke dalam desain. Ini sangat sedikit lancip yang diterapkan ke luar tepi cetakan, dan setiap sudut substansial di dalam. Mereka membantu distribusi plastik bahan selama proses pembentukan vakum, dan pelepasan cetakan. Direkomendasikan bahwa sudut draf harus a minimal 3° - 5°.

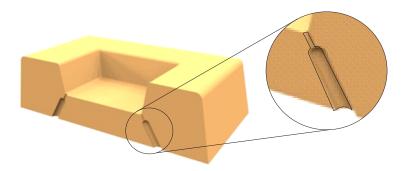


Gambar 2.4 Draft Angles

2. Venting

Pembentukan vakum sangat bergantung pada aliran udara untuk menarik plastik yang dipanaskan di atas cetakan semakin besar jumlah aliran udara,

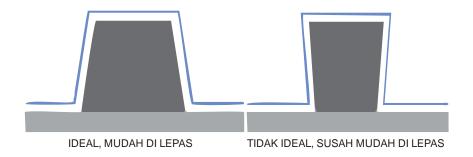
semakin lebih sukses proses pembentukan vakum Dengan pemikiran ini, setiap cetakan yang diproduksi harus memiliki lubang ventilasi tidak perlu berdiameter besar cukup dengan diameter 1,5mm. Lubang kecil ini tidak akan terlihat pada produk akhir vakum yang terbentuk.



Gambar 2.5 Venting

3. Undercuts

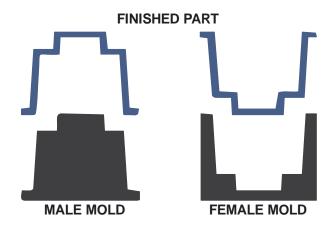
Undercut adalah bentuk lekukan atau tonjolan pada cetakan yang dapat mencegah penarikannya atau keluarnya produk dari cetakan.



Gambar 2.6 Undercuts

4. Male and Female Mold

Male and Female Molds adalah dua kategori yang termasuk dalam cetakan, kadang-kadang disebut sebagai positif dan cetakan negatif. Sederhananya, perbedaan antara keduanya adalah apakah bahan plastik yang dipanaskan akan dibentuk di atas atau di dalam cetakan.



Gambar 2.7 Male and Female Mold

5. Bahan cetakan

Ada berbagai macam bahan cetakan yang tersedia untuk dipilih, secara umum ada dua kategori cetakan. Cetakan prototipe digunakan untuk menghasilkan beberapa hingga seratus produk. Cetakan ini umumnya dibuat dengan bahan yang mudah dikerjakan, seperti plester, kayu, dan bahkan kertas. Cetakan produksi digunakan untuk proses produksi jangka panjang. Aluminium adalah bahan yang disukai pada produksi jangka panjang baik untuk material tipis dan maupun tebal (Chanda, 2017).

2.1.4. Design for Manufacture and Assembly (DFMA)

Design for Manufacture and Assembly (DFMA) adalah merupakan kombinasi dari Design for Assembly (DFA) dan Design for Manufacture (DFM). DFA apabila diartikan merupakan sebuah metode yang digunakan dalam merancang suatu produk atau komponen yang akan diproduksi dengan biaya minimum dan mempermudah dalam proses perakitan. Sedangkan DFM merupakan metode dalam proses merancang komponen atau produk yang dapat memudahkan proses manufaktur serta untuk mengurangi biaya produksinya (Anderson, 2020).

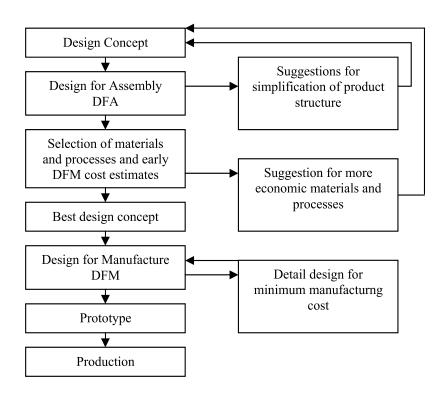
Jadi dengan kata lain *Design for Manufacture and Assembly* (DFMA) merupakan proses perancangan atau desain komponen atau produk yang dapat memudahkan proses manufakturnya dengan tujuan akhir membuat produk menjadi lebih baik serta biaya yang lebih rendah, dan proses perakitannya pada komponen lain untuk menjadi satu kesatuan pada produk.

DFMA sering diterapkan pada tiga aktivitas pokok yang telah di jabarkan oleh Boothroyd dkk (2010) dalam Zulkarnain & Ganda Sirait, (2020) sebagai berikut:

- Sebagai dasar untuk studi concurrent engineering sebagai petunjuk kepada desainer dalam dalam menghasilkan produk, mengurangkan biaya dalam hal manufaktur serta perakitan dan juga untuk patokan dalam mengukur perbaikan (improvement).
- Sebagai tools atau alat perbandingan dalam mempelajari produk yang dihasilkan pesaing serta mengukur tingkat kesulitan pada proses manufaktur dan perakitan.
- 3. Sebagai alat penentuan atau patokan harga pada produk dalambernegosiasi dengan vendor (*sub contractor*).

Tahapan yang biasa di lakukan ketika menganalisis produk meggunakan DFMA yaitu diawali dengan konsep desain kemudian dilanjutkan dengan *Design* for assembly untuk mengoptimalkan desain dalam hal jumlah komponen penyusun produk dan waktu perakitan. Selanjutnya proses Design for Manufacturing untuk optimalkan desain untuk meminimalisasi dalam proses manufaktur dan selanjutnya diakhiri dengan detail design.

Berikut ini adalah tahapan pada analisis DFMA yang telah di gambarkan oleh Boothroyd dkk (2010) dalam Zulkarnain & Ganda Sirait, (2020).



Gambar 2.8 Flowchart Tahap Penerapan Metode DFMA

Analisis pertama yaitu DFA yang dapat mempelajari penyederhanaan pada struktur produk. Berikutnya dilanjutkan dengan analisis DFM dengan memperkirakan suatu harga komponen yang didapat pada desain awal maupun desain alternatif. Dalam tahap ini material serta proses yang merupakan terbaik untuk berbagai jenis komponen akan ditentukan. Sebagai contoh, apakah akan menjadi lebih baik jika *mould* pada desain alternatif berasal dari aluminium? Ketika pemilihan terhadap maerial dan proses sudah didapatkan, selanjutnya analisis yang lebih mendalam dengan menggunakan metode DFM dapat dilaksanakan untuk mengetahui detail dan hasil desain komponen.

Dalam pendekatan yang serupa dengan *lean manufacturing*, penerapan DFMA memungkinkan melakukan identifikasi, kuantifikasi dan penghapusan pemborosan atau inefisiensi dalam pembuatan dan perakitan produk. Hal ini juga dapat digunakan sebagai alat atau *tools benchmarking* untuk mempelajari produk pesaing.

2.1.5. Design for Assembly (DFA)

Design for Assembly (DFA) merupakan satu metode dari kumpulan metode perancangan yang terapkan untuk mengurangkan biaya dalam hal perakitan dengan cara meminimalisir banyaknya komponen yang akan dirakit pada produk. Menurut Xie (2003) dalam Ngatilah dkk. (2018) Design for Assembly (DFA) merupakan paradigma desain dimana para insinyur menggunakan beberapa metode seperti analisis, estimasi, perencanaan, dan simulasi untuk menghitung segala kemungkinan yang terjadi selama proses perakitan kemudian menyesuaikan bentuk komponen agar mudah dan cepat dirakit sehingga meminimalkan waktu perakitan yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya produk. Metode DFA dilakukan dengan cara mengukur suatu indeks perancangannya serta menunjukkan berapa persen efisiensi dari suatu desain biasa disebut dengan DFA indeks. Indeks tersebut akan di ukur berdasarkan jumlah waktu perakitannya yang telah diubah dalam bentuk unit biaya. Hal yang dilakukan dalam meningkatkan jumlah indeks DFA dapat dilakuka dengan cara meminimalisir banyaknya komponen yang tidak memiliki peranan penting pada struktur produk atau dengan menggabungkan dua atau lebih komponen serta mengurangi lamanya waktu total dalam perakitan (Batan, 2012).

Metode DFA dari Boothroyd dkk (2010) dalam Pranastya (2017) memiliki tahapan yaitu sebagai berikut:

- 1. Pilihlah metode perakitan pada setiap komponen.
- Analisis dan pelajari komponen sesuai dengan metode perakitan yang telah dipilih.
- Perbagus rancangan untuk menggantikan kekurangan yang sudah teridentifikasi sebelumnya.
- 4. Ulangi kembali langkah kedua hingga mendapatkan hasil analisis yang lebih baik.

2.1.6. Design for Manufacture (DFM)

Design for Manufacture (DFM) adalah suatu pendekatan dalam hal mengestimasinya biaya pada suatu proses manufaktur awal desain. Design for Manufacture adalah salah satu praktik paling integratif yang terlibat dalam pengembangan produk. DFM menggunakan informasi dari beberapa jenis, seperti yang dijelaskan oleh Ulrich Eppinger dan Steven D. (2012) yaitu sebagai berikut:

- 1. Sketsa, gambar, spesifikasi produk, dan alternatif desain.
- 2. Pemahaman rinci tentang produksi dan proses perakitan.
- 3. Perkiraan biaya produksi, volume produksi, dan waktu *ramp-up*.

Oleh karena itu, DFM membutuhkan kontribusi dari sebagian besar anggota tim pengembangan serta ahli dari luar. Upaya DFM biasanya memanfaatkan keahlian dari insinyur manufaktur, akuntan biaya, dan personel produksi, selain desainer produk. Dalam hal ini DFM dapat membantu dalam hal mengestimasi lebih awal biaya sehingga dapat memutuskan alternatif pengerjaan serta material

lebih tepat tanpa dikerjakan secara langsung. DFM termasuk dalam bagian DFMA yang menyiapkan seputar informasi dalam hal manufaktur kedalam analisis pengurangan biaya untuk tahap DFA (Batan, 2012).

2.2. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

1	Judul Penelitian	DFMA analysis of front axle assembly of an excavator
1	Nama Peneliti	Venkatean & Palaniswamy (2021)
	ruma renema	Venkatean & Faraniswanny (2021)
	Masalah	Terdapat banyaknya jumlah front axle assembly of an excavator yang mengalami reject menyebabkan biaya dan waktu henti yang lebih tinggi karena pengerjaan ulang atau pergantian suku cadang.
	Metodologi	Design for Manufacture and Assembly (DFMA)
	Hasil Penelitian	 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 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%. 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.
2	Judul Penelitian	Design for Manufacturing and Assembly (DFMA): Redesign of Joystick
	Nama Peneliti	Nor Nasyitah Mohammad et al, (2020)
	Masalah	Desain <i>joystick</i> yang tidak efesien sehingga terdapat banyaknya suku cadang, lamanya waktu.
	Metodologi	Design for Manufacture and Assembly (DFMA)
	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%.

Tabel 2.1 lanjutan

3	Judul Penelitian	Redesigning of Agarwood Extracting Machine Applying DFMA Principle					
	Nama Peneliti	M S Salim et al (2019)					
	Masalah	Desain <i>Agarwood Extracting Machine</i> yang tidak efesien sehingga menyebabkan tingginya biaya produksi dan lamanya waktu perakitan.					
	Metodologi	Design for Manufacture and Assembly (DFMA)					
	Hasil Penelitian	Jumlah total komponen untuk komponen produk asli meningkat dari 17 komponen menjadi 26 dan total waktu perakitan meningkat dari 291,65 detik menjadi 301,76 detik itulah sebabnya proyek-proyek ini hanya fokus pada DFM yang total biayanya berkurang dari RM 38.568.84 menjadi RM 36.137.71. Ini jelas memotong biaya sekitar RM 2423.31.79 atau 16%.					
4	Judul Penelitian	The utilisation of DFMA and FEA method towards sustainable design improvement: A case study of air freshener					
	Nama Peneliti	Effendi et al., (2021)					
	Masalah	Desain pengharum ruangan yang tidak efesien sehingga menyebabkan tingginya biaya produksi dan lamanya waktu perakitan					
	Metodologi	Design for Manufacture and Assembly (DFMA) & Finite Element Analysis (FEA)					
	Hasil Penelitian	 Jumlah total komponen berkurang yang awalr 23 menjadi 16. Total waktu perakitan berkura yang awalnya 254,53 detik menjadi 151,38 deti Efisiensi desain produk yang ditingkatkan 16,43 lebih tinggi dibandingkan dengan desain yang a yaitu 21,22% dan 37,65% untuk desain baru. 					
5	Judul Penelitian	Implementation of DFMA and FEA method as a combination approach in sustainable design: A case study of hair dryer design					
	Nama Peneliti	Effendi, et al., (2021)					
	Masalah	Desain <i>hair dryer</i> yang tidak efesien sehingga menyebabkan tingginya biaya produksi dan lamanya waktu perakitan					
	Metodologi	Design for Manufacture and Assembly (DFMA) & Finite Element Analysis (FEA)					

Tabel 2.1 lanjutan

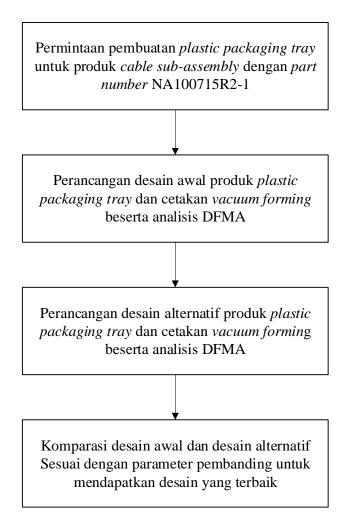
	Hasil Penelitian	 Pengurangan biaya dan peningkatan komponen berhasil dalam hal ini analisis sebelum mendesain ulang 18 hingga 19 bagian secara keseluruhan. Total waktu perakitan berkurang yang awalnya 347,43 detik menjadi 85,11 detik Efisiensi desain setelah desain ulang dapat dikurangi dari 54,11% menjadi 0,28%.
6	Judul Penelitian	Pengembangan Produk Wastafel Portable Secara Manual Dengan Metode Design For Manufacture And Assembly (DFMA)
	Nama Peneliti	Nazarudin & Suryadi, (2021)
	Masalah	Produk wastafel semi otomatis yang dijual dipasaran menggunakan pompa berdaya listrik yang besar dan harganya mahal.
	Metodologi	Design for Manufacture and Assembly (DFMA)
	Hasil Penelitian	Pengambangan 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.
7	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	Design for Manufacture and Assembly (DFMA)
	Hasil Penelitian	Total komponen alat bantu pengangkap ikan berjumlah 19 komponen. Terdapat 51 proses dalam pembuatan alat dengan memakan waktu selama 1379 menit. Biaya bahan baku dalam pembuatan satu set menghabiskan biaya Rp8.635.000,00, biaya produksi Rp540.000,00 dan perencanaan laba Rp775.000,00. Sehingga ditaksir harga penjualan alat bantu sebesar Rp9.950.000,00

Tabel 2.1 lanjutan

8	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	Design for Manufacture and Assembly (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.
9	Judul Penelitian	Design of the Vertical Roundness Tester Machine Using the AHP Method (Analytical Hierarchy Process) Through the DFM Approach (Design for Manufacturing)
	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	Analytical Hierarchy Process (AHP) & Design for Manufacture and Assembly (DFMA)
	Hasil Penelitian	Berdasarkan hasil kuisioner, 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.

2.3. Kerangka Berfikir

Untuk memperjelas penelitian ini, peneliti mengembangkan kerangka pemikiran. Berikut ini adalah bentuk kerangka berpikir yang dapat dilihat dari bagan di bawah ini:

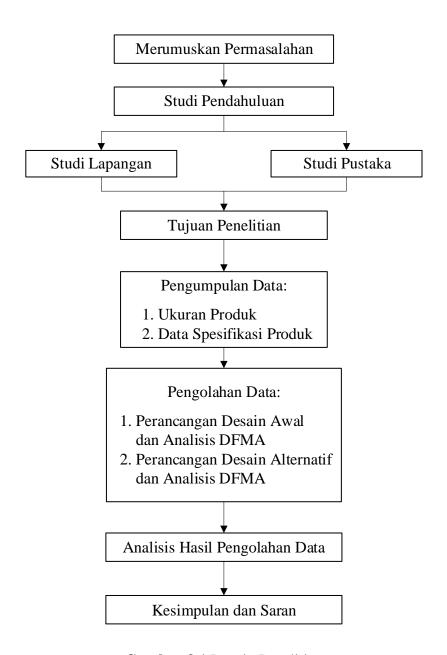


Gambar 2.9 Kerangka Berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian



Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Adapun variable independen dalam penelitian ini adalah desain *plastic packaging tray* dan variable dependen dari penelitian ini adalah cetakan *vacuum forming*.

3.3. Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini adalah produk *cable sub-assembly* dengan *part number* NA100715R2-1. Teknik pengambilan sampel dari penelitian ini adalah *purposive sampling*, yaitu sampel dipilih sesuai dengan kebutuhan dalam perancangan *plastic packaging tray*.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpualan data ialah suatu upaya untuk mengumpulkan data yang dapat digunakan sebagai informasi tentang subjek. Teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam proses penelitian ini adalah:

1. Wawancara

Peneliti melakukan wawancara langsung dengan pihak perusahaan terutama pada bagian departemen *engineering* dan *vacuum forming* yang memiliki peranan penting dalam proses penelitian ini. Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dan proses manufaktur terkait terkait dengan desain cetakan *vacuum forming*.

2. Dokumentasi

Peneliti melakukan pengumpulan data yaitu berupa dokumentasi dengan cara mengumpulkan berbagai data yang berkaitan dengan objek penelitian.

dokumen yang dikumpulkan meliputi: design cetakan *vacuum forming* yang digunakan pada produk lain dan laporan-laporan yang terkait dengan proses manufaktur cetakan pada produk lain yang dapat dijadikan sebagai referensi dalam proses penelitian ini.

3.5. Teknik Analisis Data

Data yang didapat dari hasil wawancara yang telah terkumpul selanjutnya akan dilakukan analisis sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan konsep desain produk plastic packaging tray

Tahap pertama yang dilakukan pada proses desain adalah menentukan konsep desain. Konsep desain ini nantinya merupakan gambaran dari perancangan yang akan dilakukan sesuai dengan permintaan dan spesifikasi produk *cable sub-assembly* dengan *part number* NA100715R2-1.

2. Perancangan desain awal

Berdasarkan konsep desain yang telah didapatkan, selanjutnya dilakukan proses desain awal untuk produk *plastic packaging tray* beserta cetakan *vacuum forming* sesuai spesifikasi produk.

3. Analisis DFMA

Setelah desain awal diperoleh kemudian desain tersebut di analisis dengan menggunakan metode DFMA meliputi: memperkirakan biaya material atau *Bill Of Material* (BOM), mengurangi biaya komponen, mengurangi waktu dan biaya manufaktur, dan mempertimbang pengaruh keputusan DFMA pada faktor-faktor lainnya.

4. Perancangan desain alternatif

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis dan DFMA pada desain awal beberapa saran *redesign* diperoleh, selanjutnya dilakukan perancangan desain alternatif. Rancangan desain alternatif yang telah dibuat harus dipastikan rancangan yang dibuat telah memenuhi aspek ketepatan material, analisis geometri dan kemampuan untuk dimanufaktur. Selanjutnya dilakukan kembali tahapan analisis DFMA pada desain alternatif yang telah dirancang.

5. Analisis dan pemilihan desain terbaik

Setelah pengolahan analisis DFMA kemudian dilanjutkan dengan Analisis masing-masing pada desain awal dan desain alternatif. Selanjutnya setelah dianalisis masing-masing desain dilakukan komparasi. Komparasi dilakukan untuk mendapatkan hasil desain yang terbaik.

3.6. Lokasi dan Jadwal Penelitian

3.6.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di PT SM Engineering yang berada pada kawasan Industri Citra Buana Centre Park III Lot. 8, Jl. Engku Putri, Kelurahan Belian, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau.

3.6.2. Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan September 2021 hingga januari 2022. Jadwal penelitain ini disajikan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

	Kegiatan	Waktu Kegiatan													
No.		Sep		0	kt		N	ov		Des	S		Ja	an	
110.		2021									2022				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Studi Pustaka														
2	Penentuan Judul														
3	Pengajuan Laporan Skripsi														
4	Pengambilan Data														
5	Pengolahan Data														
6	Penyusunan Laporan Skripsi														
7	Pengumpulan Laporan Skripsi														
8	Penerbitan Jurnal														