

## PERANCANGAN DAN UJI KELAYAKAN MESIN VACUM FORMING DENGAN PENDEKATAN DESAIN MANUFAKTUR DAN PERAKITAN

**Yopi Lutfiansyah dan Raka Ardi Pratama**

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mercubuana  
Kampus Meruya, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11650  
Email: ylutfiansyah@gmail.com

### ABSTRAK

Saat ini teknologi banyak mengambil peranan penting dalam proses produksi. Begitu juga dalam industri wadah plastik sering digunakan dalam proses forming atau pembuatan bentuk dari lembaran plastik menjadi bentuk yang diinginkan. Teknologi forming ini sangat efisien dan efektif bagi perusahaan. Pada umumnya terdapat dua forming yang digunakan yaitu *thermoforming* dan *vacuum forming* dalam pembentukan material lembaran plastik. *Thermoforming* menggunakan prinsip meniupkan udara ke area cetak sedangkan *vacuum forming* prinsipnya membuang atau menghisap udara yang ada di area cetak ke luar. Mesin - mesin yang ada saat ini hanya dapat mencetak tidak dapat langsung memotong output ke luar sehingga proses semakin panjang dan memerlukan banyak waktu. Sehingga perlu dirancang sebuah mesin yang dapat menceak sekaligus memotong dan mengeluarkan output. Dalam perancangan kali ini dibuat menggunakan software Solidwork SPO 2019 dan Fusion 360. Dengan metode *design for manufacturing and assembly*. Dalam melakukan perancangan melibatkan pertimbangan dari sisi ekonomis investasi yaitu apakah investasi yang dilakukan sudah layak atau belum untuk dijalankan. Hal ini karena dalam perancangan kali ini nantinya hasil rancangan sudah dapat digunakan untuk membuka usaha dalam industri plastik kemasan. Dari rancangan yang dibuat diketahui bahwa total investasi pembuatan mesin yaitu Rp. 20.492.000,- dengan nilai IRR diatas dari nilai bunga bank saat ini maka investasi tersebut layak untuk dijalankan

**Kata Kunci:** Thermoforming, Pembentukan Vakum, Desain Manufaktur dan Perakitan, Tingkat Pengembalian Internal.

### ABSTRACT

*Nowadays, many technologies play an important role in the production process. Likewise in the plastic container industry it is often used in forming processes or making shapes from sheets of plastic into the desired shape. This forming technology is very efficient and effective for the company. In general there are two forming used, namely thermoforming and vacuum forming in the formation of plastic sheet material. Thermoforming uses the principle of blowing air into the printing area while vacuum forming is the principle of removing or sucking air in the print area outside. The machines that are currently available only can print without being able to directly cut the output out so that the process is longer and requires a lot of time. So it needs to be designed a machine that can hit and cut and output. In the design this time made using Solidwork SPO 2019 and Fusion 360 software. With the design method for manufacturing and assembly. In carrying out the design involves consideration of the economic side of investment, namely whether the investment made is feasible or not yet to be carried out. This is because in the design this time later the design results can be used to open a business in the plastic packaging industry. From the design made it is known that the total investment in making machinery is Rp. 20,492,000, - with the IRR value above the current bank interest rate, the investment is feasible to run*

**Keywords:** Thermo forming, Vacuum Forming, Design for Manufacturing and Assembly, IRR

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Era moderenisasi saat ini banyak perusahaan berlomba untuk membuat suatu produk yang baik dan banyak dengan memanfaatkan teknologi yang ada. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam bekerja sehingga mendapatkan output yang banyak tanpa mengabaikan kualitas dari sebuah produk. Setiap perusahaan mau tidak mau harus mengikuti perkembangan teknologi tersebut jika tetap ingin eksis dalam usaha dibidangnya masing masing.

Saat ini teknologi banyak mengambil peranan penting dalam proses produksi. Begitu juga dalam industri wadah plastik sering digunakan dalam forming atau pembuatan bentuk dari lembaran palstik menjadi bentuk yang diinginkan teknologi forming ini sangat efsien dan efektif bagi perusahaan.

Pada umumnya terdapat dua forming yang digunakan yaitu *thermoforming* dan *vacuum forming* dalam pembentukan material lembaran plastik. *Thermoforming* menggunakan prinsip meniupkan udara ke area cetak sedangkan *vacuum forming* prinsipnya membuang atau menghisap udara yang ada di area cetak ke luar. Mesin - mesin yang ada saat ini hanya dapat mencetak tidak dapat langsung memotong output ke luar seingga proses semakin panjang dan memerlukan banyak waktu. Sehingga perlu dirancang sebuah mesin yang dapat menceak sekaligus memotong dan mengeluarkan output.

Pada umunya mesin yang digunakan di banyak perusahaan hanya dapat mencetak dan memotong saja sehingga terjadi masalah pada saat produk terdapat undercut produk tidak dapat keluar. Sehingga rancangan ini nantinya diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Perancangan ini dilakukan menggunakan prinsip mesin *vacuum forming* dengan pemotong langsung pada proses cetak nantinya. Sehingga dapat lebih efisien dan efektif dala produksi nantinya dan biaya produksi dapat lebih murah dan harga dapat lebih murah disbanding pasar saat ini.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya maka terdapat beberapa masalah yang ada antara lain:

1. Rancangan mesin yang ada saat ini hanya terdapat mesin yang hanya dapat mencetak dan memotong.
2. Biaya pengadaan mesin maupun pembuatan mesin terlalu tinggi.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Setelah mengetahui beberapa masalah yang ada saat ini. Maka dalam penelitian kali ini bertujuan untuk:

1. Merancang sebuah mesin *vacuum forming* yang dapat mencetak memotong dan mengeluarkan output.
2. Mengetahui Biaya yang akan dikeluarkan dalam pembuatan mesin ini.

### **1.4. Batasan Masalah**

Penelitian dilakukan pada mesin vacuum forming dengan objek cetak tray tempat sayur untuk hajatan. dan cetakan yang di desain memilik satu cavity.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. MANUFAKTUR**

Kata manufaktur berasal dari bahasa Latin “manusfactus” yang berarti dibuat dengan tangan. Kata manufacture muncul pertama kali tahun 1576, dan kata manufacturing muncul tahun 1683. Manufaktur, dalam arti luas, adalah proses merubah bahan baku menjadi produk.

Menurut KBBI manufaktur merupakan proses membuat atau menghasilkan dengan tangan atau mesin dapat diartikan juga proses mengubah bahan mentah menjadi barang untuk dapat digunakan atau dikonsumsi oleh manusia. sistem manufaktur yang digunakan pada banyak perusahaan antara lain:

1. Just-in-Time Manufacturing

Just-in-Time (JIT) manufacturing artinya manufaktur yang tepat waktu. JIT adalah model produksi dimana barang dibuat untuk memenuhi permintaan jadi barang diproduksi hanya ketika dibutuhkan. Tujuan JIT adalah untuk menghindari produksi berlebihan, waktu terbuang saat menunggu tahap produksi selanjutnya, dan persediaan berlebihan. 3 hal tersebut merupakan bagian dari 'seven wastes' (7 pemborosan yang diidentifikasi oleh Toyota). JIT dipakai dalam sistem produksi Toyota. Konsep JIT dijelaskan oleh Henry Ford di bukunya tahun 1923, 'My Life and Work'.

2. Flexible Manufacturing

Flexible manufacturing system (FMS) adalah sistem manufaktur yang cukup fleksibel untuk bereaksi pada perubahan produksi. FMS terdiri dari dua. Yang pertama, mesin yang mengizinkan sistem berubah untuk memproduksi produk baru atau mengubah operasi di beberapa bagian. Yang kedua, kemampuan untuk menggunakan banyak mesin untuk operasi yang sama.

3. Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah cara berpikir, filosofi, metode dan strategi manajemen untuk meningkatkan efisiensi di lini manufaktur atau produksi. Tujuan utama lean manufacturing adalah meminimalisir atau menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (waste). Lean manufacturing fokus untuk membuat barang yang tepat berada di tempat yang tepat pada saat yang tepat dengan kualitas yang tepat untuk mencapai kerja sempurna saat meminimalisir 'waste' dan menjadi fleksibel. 'Seven wastes' yang menjadi fokus lean manufacturing adalah sebagai berikut:

- a. Overproduction – (produksi yang berlebihan tanpa ada permintaan dari konsumen).
- b. Inventory – (barang jadi, barang setengah jadi, dan bahan mentah yang berlebihan sehingga membutuhkan tempat penyimpanan).
- c. Transportasi – (pemindahan barang saat yang tidak perlu saat proses produksi).
- d. Motion – (pekerja maupun mesin melakukan gerakangerakan yang tidak perlu)
- e. Waiting – (pekerja maupun mesin).

4. Life Cycle Manufacturing.

Life Cycle Analysis (LCA) adalah metoda pengujian pengaruh penyediaan suatu bahan atau produk secara lengkap, mulai dari penyediaan bahan dasar, proses pengolahan, distribusi sampai dengan penjualan ke konsumen, terhadap lingkungan. Tahap pelaksanaan LCA :

- a. Penentuan tujuan dan cakupan kajian.
- b. Analisis inventarisasi (identifikasi input dari lingkungan pada sistem dan output dari sistem ke lingkungan).
- c. Penilaian dampak (identifikasi banyaknya emisi yang dikeluarkan sistem ke lingkungan serta dampaknya terhadap lingkungan).
- d. Interpretasi (identifikasi, kualifikasi, pengecekan, dan mengevaluasi informasi dari hasil analisis inventarisasi dan penilaian dampak).
- e. Penulisan laporan, critical review, dan penerapan LCA

## 2.2. SISTEM PRODUKSI

Sistem Produksi adalah satu rangkaian operasi yang mengolah atau memproses input berupa bahan mentah (*raw material*), bahan setengah jadi (*intermediate product*), part, komponen dan/atau rakitan (*subassembly*) untuk menghasilkan output bernilai tambah (*value added product*) atau produk akhir (*finished good*) dengan mempergunakan sumber daya (*resource*) dari elemen teknologi (mesin, peralatan, fasilitas produksi dan energi) dan elemen organisasi (tenaga kerja, manajemen, informasi dan modal). Sistem Produksi meliputi aktivitas

perancangan (*design*), pengadaan (*procure*), pembuatan (*produce*), penyimpanan (*store*), pengiriman (*deliver*) dan pelayanan (*service*).

### 2.3. PRODUKSI

*Produksi merupakan suatu kegiatan yang dikerjakan untuk menambah nilai guna suatu benda atau menciptakan benda baru sehingga lebih bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan. Produksi tidak hanya terbatas pada pembuatannya saja tetapi juga penyimpanan, distribusi, pengangkutan, pengeceran, dan pengemasan kembali atau yang lainnya (Millers dan Meiners, 2000). Produksi adalah suatu proses dimana barang dan jasa yang disebut input diubah menjadi barang-barang dan jasa-jasa lain yang disebut output. Banyak jenis-jenis aktifitas yang terjadi di dalam proses produksi, yang meliputi perubahan-perubahan bentuk, tempat, dan waktu penggunaan hasil-hasil produksi. Masing-masing perubahan-perubahan ini menyangkut penggunaan input untuk menghasilkan output yang diinginkan. Pengertian produksi dapat ditinjau dari dua sudut. Menurut Irham Fahmi (2012) mengatakan bahwa :*

- a. Pengertian produksi dalam arti sempit yaitu mengubah bentuk barang menjadi baru, hal ini menimbulkan *form utility*.
- b. Pengertian produksi dalam arti luas yaitu usaha yang menimbulkan kegunaan karena *place, time* dan *possession*.

### 2.4. PROSES PRODUKSI

Proses diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 1995).

Jenis-jenis *proses* produksi ada berbagai macam bila ditinjau dari berbagai segi. Proses produksi dilihat dari wujudnya terbagi menjadi proses kimiawi, proses perubahan bentuk, proses *assembling*, proses transportasi dan proses penciptaan jasa-jasa administrasi (Ahyari, 2002). Proses produksi dilihat dari arus atau *flow* bahan mentah sampai menjadi produk akhir, terbagi menjadi dua yaitu proses produksi terus-menerus (*Continous processes*) dan proses produksi terputus-putus (*Intermettent processes*).

### 2.5. DESIGN

Secara etimologis kata 'desain' diduga berasal dari kata *designo* (italia) yang artinya gambar (Jervis, 1984). Kata ini diberi makna baru dalam bahasa Inggris di abad ke-17, yang dipergunakan untuk membentuk *School Of Design* tahun 1836. Sedangkan dalam dunia seni rupa di Indonesia, kata desain kerap dipadankan dengan: reka bentuk, reka rupa, tata rupa, perupa, anggran, rancangan, rancang bangun, gagasan rekayasa, perencanaan kerangka, sketsa ide, gambar, busana, hasil ketrampilan, karya kerajinan, kriya, teknik presentasi, pengayaan, komunikasi rupa, denah, layout, ruang (interior), benda yang bagus, pemecahan masalah rupa, seni rupa, susunan rupa, tata bentuk, tata warna, ukiran, motif, ornamen, grafis, dekorasi, (sebagai kata benda) atau menata, mengkomposisi, merancang, merencana, menghias, memadu, menyusun, mencipta, berkreasi, menghayal, merenung, menggambar, meniru gambar, menjiplak gambar, melukiskan, menginstalasi, menyajikan karya (sebagai kata kerja) dan berbagai kegiatan yang berhubungan dengan proses perupa dalam arti luas.

Di Indonesia kegiatan desain secara praktis dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian besar yang terdiri dari :

- a. Desain produk industri

Desain produk adalah profesi yang mengkaji dan mempelajari desain dengan berbagai pendekatan dan pertimbangan baik dari segi fungsi, inovasi teknologi, ekonomi, ergonomi, teknik, material, sosial budaya, nilai estetis, pasar hingga pertimbangan-pertimbangan lingkungan.

- b. Desain komunikasi visual

Desain komunikasi visual adalah profesi yang mengkaji dan mempelajari desain dengan berbagai pendekatan dan pertimbangan, baik hal yang menyangkut komunikasi, media, citra, tanda maupun nilai.

c. Desain interior

Desain Interior adalah profesi yang mengkaji dan mempelajari desain ruang dalam sebuah bangunan dengan berbagai pendekatan dan pertimbangan baik fungsi ruang, suasana, elemen estetis, pemilihan material, sosial-budaya, gaya hidup, hingga pertimbangan-pertimbangan teknis penata ruang.

d. Penataan pameran

Logo atau tanda gambar (*Picture Mark*) merupakan identitas yang dipergunakan untuk menggambarkan citra dan karakter suatu lembaga atau perusahaan maupun organisasi.

## 2.6. DESIGN FOR MANUFACTURE

Perusahaan manufaktur perlu memikirkan desain produk dan pengembangannya secara akurat agar tidak kalah bersaing di pasar global. 75-80% cost produk manufaktur ditentukan oleh tahap desain, sehingga keputusan desain dapat secara dramatis mengurangi biaya manufaktur dan assembly. Untuk meningkatkan kualitas akan tetapi mengurangi cost produksi banyak cara yang dapat digunakan, cara yang sering dipakai oleh perusahaan manufaktur yaitu penerapan design for manufacture and assembly (DFMA). DFMA yaitu studi rekayasa untuk memberikan bimbingan kepada tim desain dalam menyederhanakan struktur produk yang berfungsi mengurangi biaya manufaktur dan perakitan, dan untuk mengukur perbaikan yang akan dilakukan. selain itu DFMA berfungsi sebagai alat perbandingan untuk mempelajari produk pesaing dan mengukur kesulitan manufaktur dan perakitan pada suatu produk.

Perancangan untuk proses manufaktur merupakan salah satu dari pelaksanaan yang paling terintegrasi yang terlibat dalam pengembangan produk. DFMA menggunakan informasi dari beberapa tipe, termasuk diantaranya:

1. Sketsa, Gambar, Spesifikasi produk, dan Alternatif – alternatif rancangan.
2. Pemahaman detail tentang proses produksi dan perakitan.
3. Perkiraan biaya manufaktur, volume produksi, dan waktu peluncuran produk.

Oleh karena itu DFMA membutuhkan peran serta yang sangat baik dari anggota tim pengembang / *improvement*. DFMA umumnya membutuhkan ahli insinyur manufaktur, akuntan biaya, dan personil produksi.

## 2.7. PROSES DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY

Dalam proses pengembangan DFMA dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain sebagai berikut:

1. Memperkirakan Biaya Manufaktur.

Biaya manufaktur adalah jumlah seluruh biaya untuk *input* dari sistem dan untuk proses pembuangan *output* yang dihasilkan oleh sistem. Sebagai besaran biaya untuk produk, perusahaan biasanya menggunakan unit biaya manufaktur yang dihasilkan dari membagi total biaya manufaktur untuk beberapa periode dengan jumlah unit produk yang dihasilkan selama periode tersebut. Ada tiga kategori biaya manufaktur antara lain: biaya – biaya komponen, biaya – biaya perakitan, biaya – biaya *overhead*.

2. Mengurangi Biaya Komponen.

Untuk kebanyakan produk yang bersifat teknik, biaya komponen yang dibeli akan menjadi elemen biaya manufaktur yang paling berarti.

### 3. Mengurangi Biaya Perakitan.

Perancangan untuk perakitan ( Design For Assembly ) DFA kadang dinyatakan bagian DFMA yang melibatkan minimasi biaya perakitan. Untuk kebanyakan produk perakitan memberikan biaya total yang relative kecil.

### 4. Mengurangi Biaya Pendukung Produksi.

Dalam bekerja untuk meminimasi biaya komponen dan biaya perakitan, tim mungkin juga mencapai pengurangan dalam permintaan fungsi pendukung produksi. Sebagai contoh suatu pengurangan jumlah komponen mengurangi permintaan untuk manajemen persediaan.

### 5. Mempertimbangkan Pengaruh Keputusan DFMA pada Faktor Lain.

Dengan meminimasi biaya manufaktur tidak hanya merupakan sasaran proses pengembangan produk. Keberhasilan produk secara ekonomis juga tergantung dari kualitas produk, berkurangnya waktu pengenalan, dan biaya pengembangan produk.

## 2.8. VACUUM FORMING

*Vacuum forming* adalah proses manufaktur di mana lembaran plastik yang sudah dipanaskan diisap ke dalam rongga cetakan (*mold*). Pengisapan dilakukan dengan cara membuat kondisi vakum (hampa udara) di dalam rongga cetakan. Pengisapan udara dilakukan melalui lubang-lubang kecil berdiameter 0,8 sentimeter yang terdapat dalam rongga cetakan oleh sebuah pompa berkekuatan besar sehingga proses tersebut bisa dilakukan dengan cepat. Proses *vacuum forming* dipakai untuk membuat benda-benda berongga dalam ukuran besar seperti bathub dan dinding bagian dalam lemari es.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Teknik yang di gunakan adalah metode kualitatif ( *qualitative research* ) yaitu suatu penelitian yang di lakukan dengan mengacu kepada sejumlah *variable*, faktor, parameter, atau aspek yang menggunakan suatu satuan ukur berbentuk argumentasi atau nilai ( *value* ) tertentu sebagai alat untuk menetapkannya.

Teknik selanjutnya yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah Penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. (Kasiram, 2008).

### 3.2. Jenis Data dan Informasi

Dalam penelitian kali ini data yang akan digunakan merupakan data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif adalah data yang berbentuk kata-kata, bukan dalam bentuk angka. Data kualitatif diperoleh melalui berbagai macam teknik pengumpulan data misalnya wawancara, analisis dokumen, diskusi terfokus, atau observasi yang telah dituangkan dalam catatan lapangan (transkrip). Bentuk lain data kualitatif adalah gambar yang diperoleh melalui pemotretan atau rekaman video.

Sedangkan data kuantitatif Menurut Kuncoro (2009) Data kuantitatif ialah data yang diukur dalam skala numerik (angka) dan dinyatakan oleh Sugiyono (2017) bahwa data kuantitatif adalah data yang bersifat numerik atau angka yang dapat dianalisis dengan menggunakan statistik.

Di bidang penelitian (*research*) data kuantitatif dibagi menjadi 3 variabel pembentuk data yaitu

#### 1. Variabel Nominal

Variabel nominal adalah tipe variabel yang merepresentasikan suatu nilai numerik sebagai label atau nama. Contoh: variabel jenis kelamin.

## 2. Variabel Ordinal

Variabel ordinal adalah tipe variabel yang sering disebut sebagai ranked data atau data dengan peringkat. Contoh: variabel tingkat pendidikan.

## 3. Variabel Scale

Variabel scale adalah tipe variabel yang digunakan untuk melakukan perhitungan data terhadap data angka seperti menghitung nilai statistika deskriptif. Contoh: variabel tinggi badan.

### 3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam usaha untuk mendapatkan data yang diperlukan guna mendukung tema laporan tugas akhir ini, menggunakan beberapa jenis pengumpulan data dan pencatatannya. Metode tersebut antara lain :

#### a. Metode Pustaka

Metode ini merupakan, metode pengumpulan data yang diperoleh dari buku buku referensi, dan bahan-bahan bacaan lainnya yang berupa majalah, brosur perusahaan, katalog mebel, foto-foto dan lain-lain. (Arikunto, 1993).

#### b. Metode observasi

Observasi merupakan pengamatan langsung kepada suatu obyek penelitian yang dilakukan secara intensif, cermat dan sistematis, disertai analisa dan pengujian kembali atas semua data yang dikumpulkan. (Arikunto, 1993).

#### c. Wawancara

Menurut (Sugiyono, 2017) pengertian wawancara adalah suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan secara terstruktur maupun tidak terstruktur dan dapat dilakukan melalui tatap muka maupun dengan menggunakan jaringan telepon.

### 3.4. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Dalam penelitian kali ini digunakan pengolahan data kualitatif yang akan melalui tiga kegiatan analisis yakni sebagai berikut:

#### 1. Reduksi Data

Reduksi data dapat diartikan sebagai suatu proses pemilihan data, pemusatan perhatian pada penyederhanaan data, pengabstrakan data, dan transformasi data kasar yang muncul dari catatan-catatan tertulis di lapangan.

#### 2. Penyajian Data

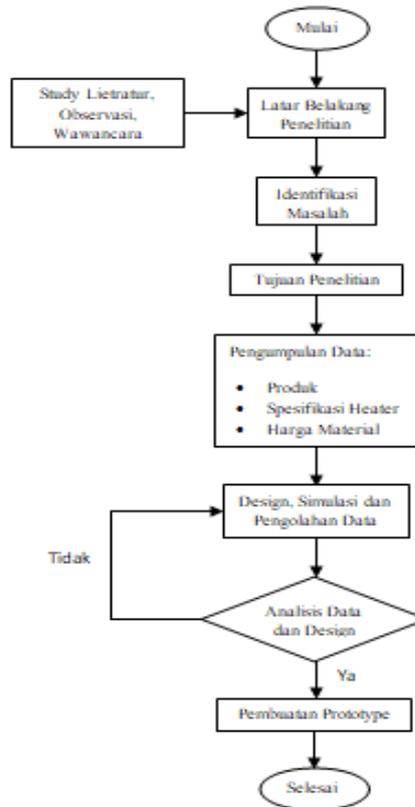
Penyajian data dapat dijadikan sebagai kumpulan informasi yang tersusun sehingga memberikan kemungkinan adanya penarikan kesimpulan dan pengambilan tindakan. Penyajian yang sering digunakan adalah dalam bentuk naratif, bentuk matriks, grafik, dan bagan.

#### 3. Menarik Kesimpulan/Verifikasi

Sejak langkah awal dalam pengumpulan data, peneliti sudah mulai mencari arti tentang segala hal yang telah dicatat atau disusun menjadi suatu konfigurasi tertentu.

### 3.5. Langkah – Langkah Penelitian

Agar lebih terarah dan terstruktur berikut ditampilkan diagram alir dari penelitian yang dilakukan guna memecahkan masalah yang terdapat dalam penulisan kali ini.



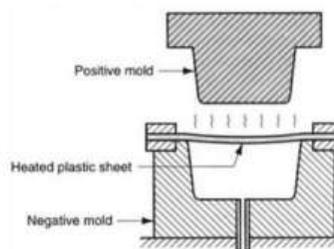
Gambar 3.1 Langkah – langkah penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN Proses *Vacuum Forming*

Dari hasil pengamatan yang dilakukan di PT. XYZ diketahui bahwa dalam pembentukan vacuum forming melalui beberapa tahap dari barang mentah menjadi barang jadi. Antara lain:

- a. Pemanasan lembaran plastik.

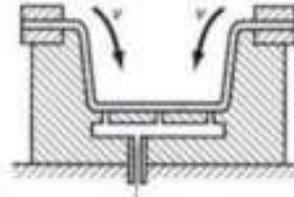
Pemanasan palstik dilakukan guna memperoleh dimana keadaan plastik menjadi plastis sehingga saat pembentukan nanti plastik akan jadi sesuai dengan yang kita inginkan.



Gambar 4.1: Pemanasan lembar plastik menggunakan heater  
Sumber: e-journal.uajy.ac.id

- b. Pembentukan dengan metode *vacuum forming*.

Setelah lembaran plastik tadi dipanaskan maka proses selanjutnya adalah melakukan pembentukan produk dengan menggunakan metode vacuum forming dimana lembaran plastik yang sudah dipanaskan diisap ke dalam rongga cetakan ( mold). Pengisapan dilakukan dengan cara membuat kondisi vakum (hampa udara) di dalam rongga cetakan.



Gambar 4.2: Proses *vacuum forming*  
Sumber: e-journal.uajy.ac.id

c. Pemotongan Produk.

Produk yang sudah didinginkan kemudian dipotong sesuai produk yang telah ditentukan sebelumnya.

### Material yang dibutuhkan dalam Pembuatan Mesin

Dari analisa proses yang ada ada beberapa bagian yang dibutuhkan guna merancang sebuah mesin vacuum forming dan melakukan perbaikan pada proses yang ada. Bagian – bagian tersebut dapat dijabarkan seperti dibawah ini:

a. Kerangka Mesin *vacuum forming*.

Kerangka mesin vacuum forming dibuat menggunakan material Besi hollow. Besi hollow adalah besi yang berbentuk pipa kotak. Besi hollow biasanya terbuat dari besi galvanis, stainless atau besi baja. Sering digunakan dalam konstruksi bangunan, terutama dalam konstruksi aksesoris seperti pagar, railing, atap kanopi dan pintu gerbang.

b. *Heater* / Pemanas Plastik.

Bagian selanjutnya adalah pemanas plastik atau heater. Heater yang digunakan adalah tubular heater dengan bentuk U dan kemudian untuk kotak heater menggunakan papan kayu yang didapat dari tukang kayu atau pengrajin kayu.

c. Mesin Vacuum

Selanjutnya merupakan bagian utama dari mesin yang akan dirancang kali ini yaitu bagian *vacuum* atau mesin *vacuum*. Bagian ini menggunakan mesin *vacuum* yang ada dipasaran. dengan power AC 220V-240V dan daya 180 watt pompa angin bisa berfungsi sebagai pengisi angin ( tiup) dan pembuang angin ( sedot) .

d. Cetakan

Bagian utama yang kedua yaitu cetakan bentuk yang akan kita buat. Cetakan yang dipilih berbahan dasar almunium. Bahan ini dipilih karena tahan terhadap suhu panas, tahan karat dan lama, serta harga yang relatif murah jika dilihat dari lifetime cetakan tersebut.

e. Mekanisme Potong

Bagian akhir dari proses vacuum forming adalah proses pemotongan produk jadi sehingga terpisah dari material samping atau waste samping.

### 4.1. Pengolahan Data

#### Design Produk

Dalam peerancangan mesin ini produk yang akan dibuat adalah produk tempat makanan yang biasanya digunakan sebagai wadah sayur, lauk dan lainnya. Berikut tampilan produk sebagai eksperimen yang akan dibuat nantinya.



Gambar 4.17 : Mika Sayur Hajatan  
Sumber : ptmkipjogja.com

### Design Komponen atau Part

Setelah membuat design produk yang akan dibuat langkah selanjutnya adalah melakukan design tiap tiap part yang akan digunakan dalam merancang mesin nantinya. Berikut part atau bagian mesin yang akan kita buat.

a. Kerangka Mesin

Dalam pembuatan mesin vacuum forming kali ini menggunakan kerangka berbahan dasar besi hollow dengan spesifikasi 30 x 30 x 0,7 mm.

b. Kotak Heater

Part selanjutnya yang kita buat adalah kotak heater. Kotak ini berfungsi sebagai wadah tubular heater U yang kita beli agar panas terkumpul pada daerah tertentu. Kotak dibuat menggunakan material papan kayu sehingga panas dari heater tidak merambat keluar dengan cepat dan juga meminimalisir listrik arus pendek yang terjadi.

c. Papan Alas Meja

Part selanjutnya yang dibuat yaitu papan meja sebagai alas heater dan cetakan. Alas meja dibuat menggunakan material triplek karena hanya berfungsi sebagai alas. Sementara untuk ketahanan meja yaitu dari kerangka meja sebelumnya.

d. Kotak Vacuum

Setelah part untuk meja mesin selanjutnya merupakan pembuatan part untuk vakum yaitu yang terdiri dari kotak vakum dan Cetakan. Untuk kotak vakum menggunakan bahan atau material triplek pada bagian dinding dan untuk penguat menggunakan balok kayu.

e. Cetakan

Setelah kotak vakum dibuat maka selanjutnya adalah membuat cetakan untuk produk yang akan kita buat yaitu kemasan sayur persegi.

f. Pompa vakum

Part ini merupakan part yang didapat dari penjual atau toko online yang menjual barang elektronik beserta perlengkapannya. Pompa vakum yang dibutuhkan merupakan pompa berukuran kecil.

### Assembly Part by Part

Setelah part telah dibuat semuanya dan dipersiapkan proses selanjutnya adalah proses assembly atau perakitan part – part yang tadi telah dibuat. Dalam perakitan kali ini banyak menggunakan pengelasan untuk bagian kerangka dan mur baut untuk bagian lainnya.

Bentuk dan ukuran pada cetakan dibuat sama dengan kotak vakum hal ini karena agar memudahkan perakitan dan cepat. Kemudian letak dari lubang baut pada cetakan dan kotak heater harus sama sehingga pada saat perakitan memasang walaupun terputar tetap dapat dipasang. Lubang penghubung ke pompa vakum dibuat ditengah.

Selanjutnya merupakan perakitan kerangka meja dan papan meja. Papan meja dibuat sisi yang berlubang untuk wadah vakum. Pada sisi papan yang berlubang diletakkan tepat diatas kerangka penopang vakum yang ada di sisi kerangka meja. Kemudian perakitan tubular

heater U dipasang sesuai dengan lubang yang telah disiapkan pada saat pembuatan kotak heater. Posisi kotak heater diletakan pada sisi lain meja menggunakan paku. Terakhir instalasi kabel untuk aliran listrik vakum dan juga saklar yang selanjutnya ditutup menggunakan kop yang dibuat. Berikut merupakan penampang perakitan mesin *vacuum forming*.



Gambar 4.32 Perakitan Mesin *Vacuum Forming*

Sumber: Data Pribadi

### Uji Kelayakan

Dalam pembuatan mesin vacuum forming memerlukan biaya investasi yang tidak sedikit maka dari itu diperlukan pengujian kelayakan untuk mengetahui apakah nantinya usaha yang akan dijalankan ini layak dijalankan atau tidak.

Langkah pertama adalah membuat list berapa material yang diperlukan dan estimasi harga untuk menentukan investasi terhadap mesin. Berikut list material mesin vacuum forming yang dapat dilihat seperti pada tabel berikut.

No	Nama Material	Kebutuhan	Satuan	Harga satuan	Total harga
1	Besi Hollow 30 x 30 x 0,7 mm	5	Meter	Rp 7,500	Rp 37,500
2	Papan Triplek	1	Lembar	Rp 69,850	Rp 69,850
3	Papan Kayu	1	Lembar	Rp 30,000	Rp 30,000
4	Tubular Heater U	3	Buah	Rp 150,000	Rp 450,000
5	Pompa Vakum	1	Buah	Rp 65,000	Rp 65,000
6	Cetakan Almunium	8	Kg	Rp 70,000	Rp 560,000
7	Kabel	2	Meter	Rp 1,000	Rp 2,000
8	Saklar	1	Buah	Rp 40,000	Rp 40,000
9	Colokan	1	Buah	Rp 30,000	Rp 30,000
10	Baut L M8 x 50 mm	8	Buah	Rp 2,000	Rp 16,000
11	Jasa Las	1		Rp 100,000	Rp 100,000
12	Paku Triplek	1	Ons	Rp 2,000	Rp 2,000
13	Sealen	1	Buah	Rp 1,500	Rp 1,500
Total					Rp 1,403,850

Sumber: Hasil observasi di toko online dan wawancara

### Komponen Biaya Tetap (Fixed Cost) dan Komponen Biaya Berubah (Variable Cost)

Biaya tetap adalah biaya yang tidak berubah dengan peningkatan atau penurunan jumlah barang ataupun jasa yang dihasilkan. Kemudian Komponen yang termasuk dalam biaya berubah adalah komponen yang menyusun produk utama, dimana volume produk mempengaruhi total harga. Berikut biaya tetap dan biaya tidak tetap untuk investasi kali ini.

#### Biaya Tetap dan Biaya Tidak Tetap

Perincian	Perkiraan Biaya / Bulan (Rp)	Total Perkiraan Biaya / Bulan (Rp)
Upah @ 1900000	Rp 1,900,000	Rp 1,900,000
Biaya Listrik	Rp 100,000	Rp 100,000
Biaya Air	Rp 50,000	Rp 50,000
Biaya Maintenance	Rp 50,000	Rp 50,000
Biaya Adminstrasi	Rp 10,000	Rp 10,000
Biaya Sewa Mobil	Rp 20,000	Rp 20,000
<b>Total</b>		<b>Rp 2,130,000</b>

Sumber: Data Pribadi

Bahan	Banyak	Satuan	Harga @ (Rp)	Total Harga
Plastik PP	40 x 40	Mm	Rp 198	Rp 198

Sumber: Data Pribadi

Setelah dilakukan perhitungan diketahui total investasi awal yang dikeluarkan dalam penelitian kali ini adalah Rp 20.492.000. Asumsi-asumsi yang digunakan untuk perhitungan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Volume produksi per bulan adalah sebesar 10.000 pcs.
2. Jumlah hari kerja per bulan adalah 22 hari kerja.
3. Periode ekonomis dari investasi adalah selama 2 tahun.
4. Karakteristik pasar adalah pasar sempurna, dimana produk yang diproduksi terjual seluruhnya.
5. Laba yang diperoleh sebesar 20%.

Break Even Point merupakan suatu titik atau keadaan dimana perusahaan dalam operasionalnya tidak memperoleh laba dan juga tidak mengalami kerugian. Adapun Rumus untuk menentukan BEP secara umum sebagai berikut:

$$TR = TC$$

$$\text{Total Penerimaan} = \text{Total Biaya}$$

$$(P)(N_{BEP}) = (TFC) + (VC)( N_{BEP})$$

$$N_{BEP} = TFC / P - VC$$

Dimana:

TR = Total Revenue (total penerimaan) per tahun

TC = Total Cost (total biaya) per tahun

TFC = Total Fix Cost (total biaya tetap) per tahun

TVC = Total Variabel Cost (total biaya berubah) per tahun

Q /  $N_{bep}$  = Quantity (total unit produksi) per tahun

P = Price (harga jual) per unit.

untuk perhitungan Break Even Point (BEP) adalah

$$TFC = 2.130.000 \qquad VC = 198 \qquad N_{Bep} = 12 \times 10.000 = 120.000$$

$$TC = (TFC) + (VC)(N_{bep})$$

$$TC = 2.130.000 + (198 \times 120.000) = 2.130.000 + 23.760.000 = 25.890.000.$$

Jika diasumsikan kita ingin mendapatkan Laba sebesar 20%, maka dapat diketahui harga jual, yaitu dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

$$20\% (TC) = TR - TC$$

$$TR = TC(20\%+100\%) = TC (120\%)$$

$$TR = 25.890.000 \times (120\%)$$

$$TR = 31.068.000 = TR / Q = 31.068.000 / 120.000 = 258,9. N_{bep} = 34975 \text{ unit}$$

Jadi, untuk mencapai Titik Impas (BEP), yaitu keadaan dimana perusahaan dalam operasionalnya tidak memperoleh laba dan juga tidak mengalami kerugian, maka banyak produk yang harus terjual adalah sebanyak 34975 unit/tahun.

### Perhitungan NPV (Net Present Value)

Dalam melakukan perhitungan NPV langkah awal yang dilakukan adalah menentukan semua depresiasi yang terjadi yaitu depresiasi bangunan dan amortisasi yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

#### Depresiasi non bangunan

Tahun	Investasi non bangunan	Depresiasi non bangunan (12.5%)
1	Rp 16,492,000	Rp 2,061,500
2	Rp 14,430,500	Rp 1,803,813
3	Rp 12,626,688	Rp 1,578,336

4	Rp	11,048,352	Rp	1,381,044
5	Rp	9,667,308	Rp	1,208,413
6	Rp	8,458,894	Rp	1,057,362
7	Rp	7,401,532	Rp	925,192
8	Rp	6,476,341	Rp	809,543
9	Rp	5,666,798	Rp	708,350
10	Rp	4,958,448	Rp	619,806
Total			Rp	12,153,358

Sumber: Data Pribadi

Jadi total depresiasi yang terjadi adalah depresiasi bangunan ditambah amortisasi yang besarnya pertahun yaitu sama Rp. 400.000,- yang ditunjukkan tabel berikut ini

Tahun	Total depresiasi	Amortisasi	Total
1	Rp 2,061,500	Rp 400,000	Rp 2,461,500
2	Rp 1,803,813	Rp 400,000	Rp 2,203,813
3	Rp 1,578,336	Rp 400,000	Rp 1,978,336
4	Rp 1,381,044	Rp 400,000	Rp 1,781,044
5	Rp 1,208,413	Rp 400,000	Rp 1,608,413
6	Rp 1,057,362	Rp 400,000	Rp 1,457,362
7	Rp 925,192	Rp 400,000	Rp 1,325,192
8	Rp 809,543	Rp 400,000	Rp 1,209,543
9	Rp 708,350	Rp 400,000	Rp 1,108,350
10	Rp 619,806	Rp 400,000	Rp 1,019,806
Total			Rp 16,153,358

Sumber: Data Pribadi

### Aliran Tunai Bersih

Aliran tunai bersih merupakan in cash flow setiap tahun. Besar aliran tunai bersih adalah penerimaan dikurangi biaya dan pajak. Berikut perhitungannya:

Tahun 1. Total Depresiasi = 2.461.500

Laba Kotor = TR - TC – Penyusutan

$$= 31.068.000 - 25.890.000 - 2.461.500$$

$$= 2.716.500$$

Pajak (5%) = 5% x 2.716.500 = 135.825

Laba Bersih = Laba Kotor – Pajak

$$= 2.716.500 - 135.825$$

$$= 2.580.675$$

## Aliran Tunai Bersih

Tahun	Total Depresiasi	Laba Kotor	Pajak 5%	Laba bersih
1	Rp 2,461,500	Rp 2,716,500	Rp 135,825	Rp 2,580,675
2	Rp 2,203,813	Rp 2,974,188	Rp 148,709	Rp 2,825,478
3	Rp 1,978,336	Rp 3,199,664	Rp 159,983	Rp 3,039,681
4	Rp 1,781,044	Rp 3,396,956	Rp 169,848	Rp 3,227,108
5	Rp 1,608,413	Rp 3,569,587	Rp 178,479	Rp 3,391,107
6	Rp 1,457,362	Rp 3,720,638	Rp 186,032	Rp 3,534,606
7	Rp 1,325,192	Rp 3,852,808	Rp 192,640	Rp 3,660,168
8	Rp 1,209,543	Rp 3,968,457	Rp 198,423	Rp 3,770,035
9	Rp 1,108,350	Rp 4,069,650	Rp 203,483	Rp 3,866,168
10	Rp 1,019,806	Rp 4,158,194	Rp 207,910	Rp 3,950,284
Total				Rp 33,845,310

Sumber: Data Pribadi

Dari data diatas maka besar IRR dapat ditentukan. Untuk memperkirakan letak IRR, maka dicari harga Annualnya.  $A = 33.845.310 / 10 = 3.384.531$  dan Investasinya (P) = 20.492.000. Nilai  $A/P = 3.384.531 / 20.492.000 = 0.165$

Dari tabel bunga uang diperoleh bahwa faktor A/P berada pada i antara 10% dan 12%. Nilai A/P 10 % adalah 0,1627 dan Nilai A/P 12 % adalah 0,1770. Setelah mengetahui letak nilai A/P maka dilakukan perhitungan NPV yang mana hasil dari perhitungan tersebut adalah pada bunga 10%  $NPV = 20.072.494 - 20.492.000 = -419.506$  dan pada bunga 12%  $NPV = 18.330.316 - 20.492.000 = -2.161.684$ .

## Perhitungan IRR

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= 12\% + \frac{-419.506}{(-419.506+2.161.684)} (12\% - 10\%) \\
 &= 12\% + \frac{-419.506}{1.742.178} (2\%) \\
 &= 12\% + (-0,2408)(2\%) \\
 &= 12\% + -0,0048\% = 11,9952\%
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diketahui bahwa IRR = 11,9952 % jauh lebih besar daripada suku bank yang sebesar 6% ( Dikutip dari [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) 20 Juni 2019). Hal ini berarti bahwa usaha ini layak sekali dilakukan ditinjau dari hasil perhitungan IRR tersebut.

### Perhitungan Pay Back Periode

Pada tahun nol nilai cash out flow adalah sebesar nilai dari investasi. Perhitungan pay back period dapat dilihat pada Tabel:

#### Pay Back Periode

Tahun	Laba Bersih	Depresiasi	Amortisasi	Cash Procced	Cash Out Flow	Saldo Cash
0					Rp 20,492,000	-Rp 20,492,000
1	Rp 2,689,335	Rp 2,061,500	Rp 400,000	Rp 5,150,835		-Rp 15,341,165
2	Rp 2,944,446	Rp 1,803,813	Rp 400,000	Rp 5,148,258		-Rp 10,192,907
3	Rp 3,167,667	Rp 1,578,336	Rp 400,000	Rp 5,146,003		-Rp 5,046,904
4	Rp 3,362,986	Rp 1,381,044	Rp 400,000	Rp 5,144,030		Rp 97,127
5	Rp 3,533,891	Rp 1,208,413	Rp 400,000	Rp 5,142,304		Rp 5,239,431
6	Rp 3,683,432	Rp 1,057,362	Rp 400,000	Rp 5,140,794		Rp 10,380,225
7	Rp 3,814,280	Rp 925,192	Rp 400,000	Rp 5,139,472		Rp 15,519,697
8	Rp 3,928,773	Rp 809,543	Rp 400,000	Rp 5,138,315		Rp 20,658,012
9	Rp 4,028,954	Rp 708,350	Rp 400,000	Rp 5,137,303		Rp 25,795,316
10	Rp 4,116,612	Rp 619,806	Rp 400,000	Rp 5,136,418		Rp 30,931,734

Sumber: Data Pribadi

Dari tabel tersebut diketahui pada usaha kemasan plastik sayur dengan pembuatan mesin secara pribadi investasi yang kita keluarkan pada awal pendirian akan kembali dan mendapatkan keuntungan pada tahun ke 4 usaha ini dijalankan.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari uraian yang telah dijelaskan pada bab – bab sebelumnya bahwa pada penelitian kali ini tujuan yang diinginkan dapat direalisasikan antara lain:

1. Pereancangan mesin vacuum forming dengan satu cavity dapat dibuat dengan design dan pengerjaan yang telah dirancang dengan metode Design for Manufacturing and Assembly. Metode ini memudahkan pengguna atau designer dalam memproses dan merakit sebuah part maupun produk jadi. Diharapkan design yang telah dirancang dapat sesuai dengan perencanaan ini.
2. Dalam pembuatan mesin kali ini menghabiskan total biaya yang terbilang dapat dijangkau oleh pemula untuk melakukan usaha yaitu sebesar Rp 1,403,850 dengan nilai bunga investasi yang lebih besar dari pada nilai bunga bank yaitu sekitar 12% yang mana pada bank saat ini yaitu 6%.

### 5.2. Saran

Harapan dari penulis semoga dari hasil penelitian ini dapat sebagai dasar dalam memulai usaha pada bidang industri plastik packaging makanan dan dapat menambah wawasan bagi para pembaca dalam mengetahui proses industri plastik lebih banyak lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahyari, A. (2002). *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*. Yogyakarta: BPFE.
- [2] Alexander, C. (1963). *Notes on the Synthesis of Form*. Cambridge: MA: Harvard University Press.
- [3] Archer, L. B. (1965). *Systematic Method for Designer*. London: Council of industrial Design.
- [4] Arikunto, S. (1993). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [5] Ashtiany, M. A., & Alipour, A. (2018). Intergration Axiomatic Design with Quality Function Deployment and Sustainable Design for The Satisfaction of an Airplane Tail Stakeholders. *Science Direct*.
- [6] Desrianty, A., Liansari, G. P., & Puspitaningsih, R. (2018). Usulan Perancangan Produk Dispenser Makanan dan Minuman Hewan Peliharaan Kucing Menggunakan Quality Function Deployment. *Jurnal PASTI*.
- [7] Dewantara, A. B., & Kholil, M. (2017). Sistem Otomasi Sebagai Upaya Perbaiki Kualitas dengan Metode SPC pada Line Finishing ( Studi Kasus: PT. X ). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3.
- [8] Dick, M. V. (2004). *Homemade Canopies*. *Research Library*.
- [9] Irwanto, D. (2018). Rancang Bangun Mesin Penumbuk Sagu Ubi Kapasitas 2 Kg / 15 Menit pada Proses Pembuatan Adonan Beras Aruk Menggunakan Metode Verien Deutche Ingenieur 2222. *Jurnal PASTI*.
- [10] Jarvis, R. (1984). *The Illogical of American Nuclear Strategy*. Ithaca: Cornell University Press.
- [11] Kelland, S. (1999). *Easy Vacuum Forming*. *Research Library*.
- [12] Mulyana, D. (2003). *Ilmu Komunikasi : Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.

- [13] Nagesh, S., & Law, M. (2018). Machine Tool Design with Preferentially Asymmetrical Structures to Improve Dynamics and Productivity. *Science Direct*.
- [14] Partadirja, A. (1985). *Pengantar Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE.
- [15] Popof, A., & Dominique, M. (2018). Sustainable Life Cycle Design Using Constraint Satisfaction Problems and Quality Function Deployment. *Science Direct*.
- [16] Roger LeRoy Miller, Meiners Roger E. (2000). *Teori Mikro Ekonomi Intermediate*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [17] Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* . Bandung: CV. Alfabeta.
- [18] Syukron, A., & Kholil, M. (2013). *Six Sigma: Qulaity for Business Improvment*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [19] Wignjosoebroto, S. (2006). *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.
- [20] Yosan, R. B., Kholil, M., & Hanum, B. (2018). Implementation of Inventory Management System (IMS) Case Study on XYZ Online Store. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 012022.