**Studi Perancangan Alat Cetak Pembuat Kemasan Thermoplastic Bagi IKM Dengan Metode *Vacuum Forming***

**Dian Cahyadi**

Desain Komunikasi Visual Fakultas Seni dan Desain UNM

[dian.cahyadi@unm.ac.id](mailto:dian.cahyadi@unm.ac.id)

**Lanta L.**

Pendidikan Seni Rupa Fakultas Seni dan Desain UNM

[lantal@unm.ac.id](mailto:lantal@unm.ac.id)

**Nurabdiansyah**

Desain Komunikasi Visual Fakultas Seni dan Desain UNM

[nurabdiansyah@unm.ac.id](mailto:nurabdiansyah@unm.ac.id)

**Muhammad Farid**

Teknik Mesin Fakultas Teknik UNM

[muhammadfarid@unm.ac.id](mailto:muhammadfarid@unm.ac.id)

**Abstrak. *Perancangan Alat Cetak Pembuat Kemasan Thermoplastic Bagi IKM Dengan Metode Vacuum Forming.*** Studi ini merupakan studi untuk menemukan metode yang tepat untuk digunakan pada perancangan alat pembuat kemasan. Metode studi literatur digunakan untuk mengumpulkan seluruh informasi terkait metode, sistim dan teknis *molding* yang sesuai dan dapat digunakan untuk menjadi dasar aplikasi materi perancangan. Sehingga diharapan dapat diterapkan pada rencana desain alat pembuat kemasan.

Kata kunci: metode, *molding,*  *thermoplastic*

***Abstract. Study Design of Thermoplastic Packaging Making Equipment for SMEs With Suctiont Vacuum Forming Method.*** *This study is to find the right method to be used in the design of the packaging maker. Literature study methods used to collect all information related to methods, systems and the corresponding technical molding and can be used to form the basis of material application design. So hopefully can be applied to the design plan of packaging equipment.*

*Keywords: method, molding, thermoplastic.*

1. **PENDAHULUAN**

Menghasilkan produk-produk berbahan plastik dengan ragam bentuk dan fungsi yang dikenal saat ini, merupakan produk hasil industri yang diproduksi dengan menggunakan teknik *molding* dan teknik *die casting.* Utamanya dikalangan industri usaha kecil menengah (UKM), umumnya bergantung dengan produk-produk yang terbuat dari plastik. Kendala yang dihadapi pelaku industri kecil menengah adalah pilihan produk-produk yang ditawarkan oleh pasar sangat terbatas, terlebih jika terkait dengan soal nilai *differensiation* yang hendak dihasilkan sebagai pembeda dengan produk lainnya. Kendala lainnya adalah industri yang bergerak dalam industri berbahan plastik masih kurang, sehingga UKM bergantung dari industri di China. Sesungguhnya peralatan *mold* untuk memproduksi barang yang terbuat dari material plastik dapat diproduksi dengan harga terjangkau bagi pelaku UKM. Sebab teknologi *molding manufacturing* untuk memproduksi benda tiga dimensi dapat dibuat dengan banyak prototipe dan sesuai kebutuhan produksinya.

Tujuan penulisan hasil studi ini adalah untuk memperoleh gambaran terkait metode dan sistim yang akan digunakan dalam perancangan alat pembuat kemasan yang akan dihasilkan model dan prototipenya.

1. **METODE**

Metode yang digunakan pada studi analisis ini adalah studi literatur terkait teknologi produksi berbahan polimer / *thermoplastic* yang diperoleh dari berbagai sumber.

1. **STUDI**

Data dasar yang diperoleh adalah teknologi pemrosesan material berbahan polimer, yakni terkait pengolahan polimer menjadi beberapa bentuk dan terkait penjelasan proses konversi bahan polimer menjadi produk.

Kotler dan Amstrong (2012) mendefinisikan “*packaging involves designing and producing the container or wrapper for a product*” yang artinya adalah proses kemasan melibatkan kegiatan mendesain dan memproduksi, fungsi utama dari kemasan sendiri yaitu untuk melindungi produk agar produk tetap terjaga kualitasnya. Kemasan kemudian didefinisikan sebagai seluruh kegiatan merancang dan memproduksi wadah atau bungkus atau kemasan suatu produk.

Kemasan meliputi tiga hal, yaitu merek, kemasan itu sendiri dan label. Ada tiga alasan utama untuk melakukan pembungkusan, yaitu:

1. Kemasan memenuhi syarat keamanan dan kemanfaatan. Kemasan melindungi produk dalam perjalanannya dari produsen ke konsumen.
2. Kemasan dapat memeberikan informasi dan identifikasi produk menjadi lebih efektif dan dengan sendirinya mencegah pertukaran oleh produk pesaing. Juga cara perusahaan membedakan produknya.
3. Kemasan merupakan suatu cara untuk meningkatkan laba perusahaan. Dengan kemasan yang sangat menarik diharapkan dapat memikat dan menarik perhatian konsumen. Selain itu, kemasan juga dapat mangurangi kemungkinan kerusakan barang dan kemudahan dalam pengiriman.

Hermawan Kartajaya, pakar di bidang pemasaran mengatakan bahwa teknologi telah membuat *packaging* berubah fungsi, dulu orang bilang “*Packaging protects what it sells* (Kemasan melindungi apa yang dijual).” Sekarang, “*Packaging sells what it protects* (Kemasan menjual apa yang dilindungi).” (Kartajaya, 1996)

Apa yang diungkapkan oleh Kartajaya (1996) fungsi sebagai pelindung atau wadah tetapi harus dapat menjual produk yang dikemasnya melalui tampilan visual yang menanrik, menggugah, mnggelitik konsumen. Perkembangan fungsional kemasan tidak hanya berhenti sampai di situ saja. Kemasan juga dapat berfungsi untuk mengkomunikasikan suatu citra tertentu. Contohnya, produk-produk makanan Jepang. Orang Jepang dikenal paling pintar membuat kemasan yang bagus.

## 

## Struktur Desain

Struktur desain berkaitan dengan fitur-fitur fisik kemasan terdiri atas 3 sub-dimensi:

1. Bentuk

Bentuk mempengaruhi proteksi dan fungsi keamanan dalam menyentuh, menuangkan, dan menyimpan (Smith, 1993). Bentuk yang lebih sederhana lebih menarik dari pada yang biasanya, dan persegi panjang lebih banyak disukai dari pada kotak. (Nilsson & Ostrom, 2005)

1. Ukuran

Ukuran dikaitkan pula dengan dimensi terhadap biaya produksi, terkait dengan takaran massa atau netto, terkait juga dengan dimensi kemasan, terkait biaya pengiriman, terkait danberpengaruh terhadap bentuk produknya itu sendiri. Yaitu cara menilai jumlah objek, waktu, atau situasi sesuai dengan aturan tertentu.

1. Material

Pertimbangan material yang dimaksudkan pada masalah ini adalah pada pendekatan psikologi, bahwa material-material kemasan yang digunakan sebaiknya mampu memberikan kemudahan untuk dipersepsi oleh konsumen bahwa harga terkait kualitas. (Smith, 1993)

## 

## Informasi Produk

Informasi yang melekat pada produk dapat membantu konsumen dalam mengambil keputusan pembelian dengan lebih hati-hati. (Silayoi & Speece, 2004) Terlebih bagi produk makanan pada kemasannya mestilah mencantumkan; merek, komposisi, berat bersih, alamat produsen, kode produksi, masa kadaluarsa, nomor PIRT,

## 

## Persyaratan Bahan untuk Kemasan

Aspek-aspek mutu produk yang akan dilindungi merupakan pertimbangan utama dalam menentukan untuk memilih bahan kemasan yang digunakan. Mutu produk ketika mencapai konsumen tergantung pada kondisi bahan mentah, metode pengolahan dan kondisi penyimpanan. Dengan demikian fungsi kemasan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

* Kemampuan/daya membungkus yang baik untuk memudahkan dalam penanganan, pengangkutan, distribusi, penyimpanan dan penyusunan/ penumpukan.
* Kemampuan melindungi isinya dari berbagai risiko dari luar, misalnya perlindungan dari udara panas/dingin, sinar/cahaya matahari, bau asing, benturan/tekanan mekanis, kontaminasi mikroorganisme.
* Kemampuan sebagai daya tarik terhadap konsumen. Dalam hal ini identifikasi, informasi dan penampilan seperti bentuk, warna dan keindahan bahan kemasan harus mendapatkan perhatian.
* Persyaratan ekonomi, artinya kemampuan dalam memenuhi keinginan pasar, sasaran masyarakat dan tempat tujuan pemesan.
* Mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang, dan mudah dibentuk atau dicetak.

Dengan adanya persyaratan yang harus dipenuhi kemasan tersebut maka kesalahan dalam hal memilih bahan baku kemasan, kesalahan memilih desain kemasan dan kesalahan dalam memilih jenis kemasan, dapat diminimalisasi. Untuk memenuhi persyaratan-persyaratan tersebut maka kemasan harus memiliki sifat-sifat :

* Permeabel terhadap udara (oksigen dan gas lainnya).
* Bersifat non-toksik dan inert (tidak bereaksi dan menyebabkan reaksi kimia) sehingga dapat mempertahankan warna, aroma, dan cita rasa produk yang dikemas.
* Kedap air (mampu menahan air atau kelembaban udara sekitarnya).
* Kuat dan tidak mudah bocor.
* Relatif tahan terhadap panas.
* Mudah dikerjakan secara massal dan harganya relatif murah.

## 

## 2.5. Kelebihan dan Kekurangan Material Kertas dan Plastik

Pada dasarnya, fungsi kemasan adalah melindungi produk maupun barang agar tidak tercemar oleh bahan lain. Kerusakan suatu produk juga bisa dicegah melalui penggunaan kemasan.

Kemasan dapat berasal dari berbagai macam bahan. Namun, bahan yang kerapkali dipakai untuk kemasan adalah kertas dan plastik. Kedua bahan itu tentunya punya kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Berikut kelebihan dan kekurangan kemasan kertas serta plastik berikut ini:

**Kemasan Bahan Plastik**



Gambar 3. Penggunaan kantong. Material plastik memiliki kelebihan yakni ringan, tidak mudah bocor, dan dapat digunakan untuk membungkus cairan.

Material plastik memiliki tekstur kemasan bahan plastik ini sangat kuat dibandingkan kemasan kertas. Selain itu, kemasan plastik tidak mudah bocor, ringan, dan dapat digunakan untuk membungkus cairan. Namun, kemasan plastik juga punya beberapa kekurangan, yakni mengandung bahan kimia yang membahayakan kesehatan, tidak tahan panas dengan suhu tinggi. Pemalsuan merk pada produk-produk yang memakai kemasan plastik kerapkali terjadi.

Kemasan plastik polietilendan polipropilen mempunyai daya toksisitas yang rendah yaitu denganambang batas maksimum 60 mg/kg bahan pangan. (Julianti, 2006) Sebagaimana digambarkan pada tabel mengenai ambang batas daya toksisitas. (terlampir).

Polietilen adalah polimer dari monomer etilen yang dibuat denganproses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil sampingindustri minyak dan batubara.Polietilen merupakan film yang lunak, transparan dan fleksibel,mempunyai kekuatan benturan dan kekuatan sobek yang baik.Pemanasan polietilen akan menyebabkan plastik ini menjadi lunak dancair pada suhu 110oC. Sifat permeabilitasnya yang rendah dan sifatmekaniknya yang baik, maka polietilen dengan ketebalan 0.001 – 0.01inchi banyak digunakan unttuk mengemas bahan pangan. Plastikpolietilen termasuk golongan termoplastik sehingga dapat dibentukmenjadi kantung dengan derajat kerapatan yang baik.Berdasarkan densitasnya, polietilen dibagi menjadi 4, yaitupolietilen densitas rendah (*Low Density Polyethylene*/LDPE), polietilen densitas sedang (*Medium Density Polyethylene*/ MDPE), polietilene densitas tinggi (*High Density Polyethylene*/HDPE), dan*Linear-lowdensity* *polyethylene*(LLDPE) yaitu kopolimer etilen dengan sejumlah kecil butana, heksana atau oktana, sehingga mempunyai cabang pada rantai utama dengan interval (jarak) yang teratur. LLDPE lebih kuat daripada LDPE dan sifat *heat sealing*-nya juga lebih baik (Julianti, 2006).

**7 Jenis Plastik Kemasan Yang Digunakan Sehari-hari**



Gambar 5. Infografis pengkodean material termoplastis

(rumahmesin.com)

**1.Polyethylene Terephthalate (PET/PETE)**

Perhatikan kode pada kemasan plastik yang Anda beli. Kalau terdapat gambar segitiga dengan angka atau nomor satu di dalamnya, maka plastik itu namanya polythylene. Biasanya kita temukan pada kemasan air mineral, botol kecap, minyak goreng, saus sambal, dan sebagainya.

Ada beberapa ciri-ciri yang mudah dikenali dari jenis plastik PET/PETE ini, antara lain jernih, kuat, tahan pelarut, kedap air dan gas, serta mudah lunak jika berada pada suhu 80 derajat Celcius.

Kalau dipakai berulang-ulang, apalagi untuk menyimpan air panas, lapisan polimer pada botolnya itu akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogen yang bisa menyebabkan kanker. Maka dari itu, sebaiknya jenis kemasan plastik yang satu ini disimpan di tempat yang sejuk dan hidarkan dari tempat yang memiliki suhu diatas 80 derajat Celcius.

**2. High Density Polyethylene (HDPE)**

Jenis plastik ini bisa Anda temukan pada plastik kemasan yang diberi tanda segitiga dengan nomor dua di dalamnya. HDPE biasanya terdapat dalam botol deterjen, jus kemasan, minyak, serta beberapa produk susu kemasan. Ciri-ciri HDPE yang bisa Anda kenali adalah semi fleksibel, tahan bahan kimia, dan lembab.

Meskipun dikenal cukup aman dari reaksi bahan kimia, tapi jenis plastik HDPE ini bisa berubah lunak jika berada pada suhu 75 derajat celcius.

HDPE direkomendasikan untuk satu kali pemakaian saja, karena pelepasan senyawa antimoni trioksida terus meningkat seiring waktu. Nah senyawa ini bisa mengakibatkan iritasi kulit, gangguan pernapasan, gangguan menstruasi bahkan bisa menyebabkan keguguran bagi ibu hamil, jadi perlu berhati-hati.

**3. Polyvinyl Chloride (PVC)**

Jenis plastik yang ini mungkin sudah cukup familiar di kalangan masyarakat dalam wujud pipa peralon atau pipa PVC. Jenis plastik ini memiliki tanda gambar segitiga dengan nomor tiga di dalamnya.

Tapi jangan salah, ternyata PVC banyak digunakan untuk mengemas mentega, margarine, dan minyak goreng karena tahan terhadap minyak dan memiliki permeabilitas yang rendah terhadap air dan gas. PVC juga digunakan untuk mengemas perangkat keras (hardware), kosmetik, dan obat-obatan.

PVC ini memiliki sifat kuat dan cukup keras, namun bisa berubah menjadi lunak jika berada pada suhu 80 derajat celcius. PVC banyak digunakan sebagai bahan pakaian, perpipaan, atap, dan lain lain. Sebagai bahan bangunan, PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai.

Meskipun begitu, PVC juga mengandung komponen berbahaya yang terdiri dari vinyl chloride monomer VCM), ester ftalat (DEHP, DIDP), senyawa Pb, dan semi karbazid (SEM) sehingga tidak boleh digunakan untuk menyimpan makanan dan minuman, karena mengandung zat diethylhydroxylamine (DEHA) yang bisa merusak organ tubuh ginjal dan hati.

**4. Low Density Polyethylene (LDPE)**

Bergambar segitiga dan diberi nomor empat, jenis plastik ini biasa disebut LDPE. Umumnya digunakan sebagai plastik pembungkus makanan, dan kantung plastik supermarket yang biasa Anda gunakan. Sifat dari plastik ini kuat, fleksibel, kedap air, permukaannya tidak jernih dan dapat berubah menjadi lunak jika berada pada suhu 70 derajat celcius.

LDPE memiliki kemampuan perlindungan yang baik terhadap reaksi kimia dan menjadi salah satu jenis plastik yang sering digunakan untuk membungkus makanan dan minuman.

**5. Polypropylene (PP)**

Polypropylene akan Anda temukan pada plastik dengan gambar segitiga bernomor lima. Plastik ini biasanya ditemukan pada kotak makanan, atau botol obat. Botol berbahan PP tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, tapi akan melunak pada suhu 140 derajat celcius.

Polypropylene merupakan jenis plastik terbaik untuk digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman, karena mampu mencegah terjadinya reaksi kimia, dan cukup tahan terhadap suhu panas.

**6. Polystyrene (PS)**

Jenis plastik Polystyrene ini juga dikenal dengan sebutan styrofoam. Jenis kemasan ini memiliki sifat kaku, buram, terpengaruh terhadap lemak dan pelarut, cukup mudah dibentuk dan berubah menjadi lunak jika berada pada suhu panas 95 derajat celcius.

Wadah styrofoam dapat ditemukan sebagai kemasan makanan beku, hidangan siap saji, bahkan dapat dibuat sebagai piring, garpu, kemasan kopi dan sendok plastik. Styrofoam diketahui bisa mengeluarkan zat styrene jika dipanaskan apalagi ketika mengunakan microwave.

Karena zat styrene ini bisa menimbulkan kerusakan otak, menggangu sistem reproduksi, hingga sistem syaraf. Maka dari itu sangat dianjurkan untuk menghindari jenis kemasan ini sebagai kemasan makanan atau minuman.

**7. Polikarbonat**

Jenis plastik Polikarbonat ditandai dengan gambar segitiga dengan nomor tujuh. Plastik ini merupakan jenis plastik polikarbonat (PC) dengan ciri-ciri tidak mudah pecah, ringan, dan jernih. Pada dasarnya, polikarbonat cukup aman, dan sering digunakan pada galon air minum, bahkan botol susu bayi, selama tidak tergores dan tidak menunjukkan tanda-tanda kerusakan.

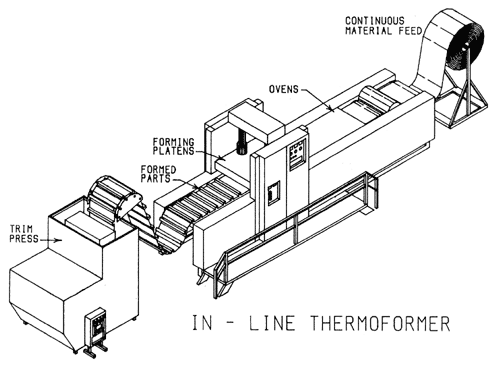
Karena itu, pada dasarnya polikarbonat mulai tidak direkomendasikan lagi sebagai kemasan makanan atau minuman, karena mengandung residu bisfenol A (BPA) yang sangat berbahaya bagi tubuh. Jumlah zat kimia yang akan dikeluarkan tergantung pada suhu udara pada saat itu.

Berikut contoh bahan plastik disertai contoh produk dan penjelasannya pada tabel (terlampir) Sumber: (Krisnadwi, 2013)

## Mesin *Molding – Thermoforming: Forming Techniques*: *In-Line atau Roll-Fed Thermoforming* dan *Vacuum Forming*

***Forming Techniques*: *In-Line atau Roll-Fed Thermoforming***

Proses *thermoforming* dengan metode *in-line* dirancang untuk memanfaatkan lembaran-lembaran plastik panas yang telah melalui alat pengekstrusi. Lembaran-lembaran plastik tersebut secara mekanis dibawa langsung dari alat ekstrusi melalui oven untuk menjaga lembaran pada suhu pembentukan dan kemudian ke stasiun pembentuk (*forming station*). Langkah pembentuk/*forming* harus disinkronisasi dengan kecepatan lepas landas dari *extruder*. Jenis *thermoforming* ini biasanya terbatas pada lembaran 0.125 "atau tlebih tipis lagi dan aplikasi yang tidak memerlukan distribusi bahan dan toleransi yang optimal. Proses ini lebih sulit dikendalikan daripada proses *thermoforming* lainnya. Kelemahan utama adalah bahwa dengan extruder dan mantan diikat langsung bersama-sama marah dalam satu menyebabkan *shutdown* di keduanya.



Gambar 6. Mesin In-Line thermoformer atau mesin pembentuk sebaris

(http://www.empirewest.com, 204-2017)

Mayoritas mesin *roll-feed* atau mesin *in-line* biasanya digunakan untuk produksi produk yang berdinding tipis seperti cangkir, nampan, tutup, kemasan internal, dan produk jadi lainnya dengan ketebalan dinding jadi 0,003 "sampai 0,060". Karena kecepatan mesin operasi sekunder ini tergabung dalam unit. Ini bisa terdiri dari percetakan, pengisian, penyegelan, pemotongan mati, pemotongan skrap, atau pemindahan otomatis dan penumpukan produk jadi. Mesin roll-fed normal terdiri dari roll station, upper dan lower heating banks, form station, cooling station, dan trim station

**Prinsip kerja**

Secara teori, prinsip kerja *thermoforming* cukup sederhan. Panaskan lembaran Polystyrene (HIPs), Polipropilena atau lembaran plastik atau filamen serupa, dan dengan proses tekanan vakum dan udara, lembaran di tarik di atas cetakan padat untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Mayoritas produksi *thermoforming* adalah dengan mesin *Roll Fed*. *Mesin Sheet Fed* digunakan untuk aplikasi volume yang lebih kecil, dan produk yang lebih besar. Lembaran plastik dilunakkan di stasiun pemanas. Kemudian diteruskan ke stasiun pembentuk tempat alat cetakan (molding) berada.

*Thermoforming* adalah proses pembentukan lembaran termoplastik datar yang meliputi dua tahap: melembutkan lembaran dengan pemanasan, diikuti dengan membentuknya dalam rongga cetakan. Elastomer dan termoset tidak dapat dibentuk dengan metode Thermoforming karena struktur cross-linked mereka - tidak melunak saat dipanaskan. (lihat lampiran: Gambar 7 dan 8)

Termoplastik yang dapat diproses dengan metode thermoforming adalah:

* *Polipropilena (PP);*
* *Polystyrene (PS);*
* *Polivinil Klorida (PVC);*
* *Low Density Polyethylene (LDPE);*
* *High Density Polyethylene (HDPE);*
* *Selulosa asetat Polymethylmethacrylate (PMMA);*
* *Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS).*

*Thermoforming* banyak digunakan dalam industri kemasan makanan, pembuatan beberapa produk-produk farmasi dan produk-produk elektronik, mainan, lambung perahu, dan banyak lagi produk dengan material plastik.

Ada tiga metode *thermoforming*, berbeda dalam teknik yang digunakan untuk tahap pembentukan: (Kopeliovich, 2014)

1. *Vakum Thermoforming*,
2. *Pressure Thermoforming,*
3. *Mekanis Thermoforming***.**

***Vacuum Forming***

Proses ini melibatkan pembentukan lembaran termoplastik yang telah dipanaskan dengan cara vakum yang diproduksi di ruang rongga cetakan. Tekanan atmosfer memaksa lembaran lembut untuk berubah bentuk sesuai dengan bentuk rongga. Saat plastik masuk ke dalam kontak dengan permukaan cetakan, mesin itu mendingin dan mengeras, seperti terlihat pada gambar di bawah ini;(lihat lampiran gambar; 8 – 9)

***Pressure Thermoforming***

Proses ini melibatkan pembentukan lembaran termoplastik yang telah dipanaskan terlebih dahulu dengan menggunakan semprotan bertekanan udara. Tekanan udara memaksa lembaran lembut untuk berubah bentuk sesuai dengan bentuk rongga. Saat plastik masuk ke dalam kontak dengan permukaan cetakan, mesin itu mendingin dan mengeras, seperti terlihat pada gambar di bawah ini. (lihat lampiran gambar; 10)

***Mechanical Thermoforming***

Proses ini melibatkan pembentukan lembaran termoplastik yang telah dipanaskan dengan menggunakan kekuatan mekanik langsung. Mengguakan steker inti/molding (cetakan positif) memaksa lembaran lembut untuk mengisi ruang antara steker dan cetakan negatif. Prosesnya memberikan toleransi dimensi dan detail permukaan yang presisi, seperti terlihat pada gambar di bawah. (lihat lampiran gambar; 11)

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

***Brainstorming***

Kegiatan ini dilakukan untuk menggugah berbagai potensi rekayasa dengan hasil capaiannya. Hasil dari kegiatan ini adalah ditetapkan untuk menggunakan metode *thermoforming* untuk digunakan sebagai dasar rekayasa rancang bangun alat yang dirancang.

### *Mind Mapping*

**Studi-Studi Rekayasa dan Rancang Bangun**

**A. Studi Rekayasa Teknis**

Pada kegiatan ini dilakukan studi terkait dasar rekayasa perancangan, yakni metode *thermoforming*.

Metode *Thermoforming*  dipilih setelah menganalisis keseluruhan metode *molding* yang telah dikenal dengan alasan kesesuaian dengan tujuan perancangan.

Kemudian metode *Thermoforming* dianalisis berdasarkan kesesuaian, kemudahan, dan kebutuhan perangkat yang digunakan. Sehingga dipilih untuk menggunakan metode *Vacuum forming* didasarkan pada keputusan bahwa teknik dengan metode ini sangat mudah untuk diwujudkan bagi IKM disebabkan kemudahan dan kesederhanaan proses dan pengadaan perangkat *supporting equipment* termasuk paling mudah untuk diperoleh di daerah. Hasil penilaian terlihat pada tabel evaluasi (terlampir)

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukan bahwa *Vacuum Thermoforming* menjadi pilihan berdasarkan aspek kemudahaan memperoleh peralatan untuk melakukan kegiatan rancang bangun peralatan yang paling mudah dan murah untuk diperoleh didaerah.

**B. Analisis rekayasa proses**

Setelah ditetapkan metode yang digunakan. Kemudian metode tersebut dianalisis dari beberapa aspek teknis perancangan seperti; 1) metode isitim kerja/proses; 2) metode teknis; 3) metode rancang bangun.

Merujuk pada proses *Vacuum Thermoforming,* lihat gambar no. 8(Kopeliovich, 2014)*.* Pada gambar diperlihatkan bagaimana plastik ditarik atau dihisap melalui sediaan wadah *molding* (negatif) dan ditekan/*press* dengan steker *molding* (positif) yang dilakukan secara bersamaan setelah sebelumnya lembaran plastik dipanaskan.

Hasil analisis menyimpulkan bahwa menyiapkan *molding* (negatif) sesuai metode Kopeliovich sangat berbiaya mahal terutama pada pembuatan *molding* (negatif) yang rancang bangunnya mempertimbangkan titik-titik *inlet* yaitu lubang-lubang tempat dilalui udara-udara yang telah terperangkap. Tentunya, ini menjadi tingkat kesulitan bagi industri kecil dengan penguasaan teknologi yang masih dalam tahap sederhana/ringkas dan bersifat aplikatif seadanya. Tentu ini menjadi pertimbangan utama.

Berdasarkan kekurangan yang dimiliki oleh metode yang dipaparkan oleh Kopeliovich, kemudian dilakukan studi lanjutdengan teknik cerminan yakni melakukan proses terbalik dari metode acuan.

Metode ini dibuat untuk dapat disesuaikan dengan berbagai macam bentuk *molding* sebagai acuan cetak. Seperti terlihat pada rancangan bangun pada gambar-gambar dibawah ini. Gambar 12 – 17).

Pada gambar-gambar tersebut disajikan metode teknikyang merupakan pengembangan dari metode yang dipaparkan oleh Kopeliovich. Terdiri dari dua metode rekaya mekanis, yakni;

Metode angkat/push-up (lihat, gambar 15-17), serupa dengan metode *Pressure Thermoforming* (lihat, gambar 10). Perbedaannya terletak pada arah, yakni pada metode ini dari arah bawah atau diangkat menggunakan tuas pengungkit.

Metode tekan/press (lihat, gambar 18-20), serupa dengan metode *Vacuum Thermoforming* (lihat, gambar 10). Perbedaannya terletak pada arah, yakni pada metode sebagaimana yang telah dipaparkan, yakni *molding* dibuat obyek yang ditempatkan pada penampang berlubang (*inlet*) Jadi, penempatan lubang-lubang *inlet* pada molding tidak lagi dibuat.

Berikut gambar-gambar analisis rekayasa rancang bangun konsep metode yang dijadikan dasar perancangan: (lihat lampiran gambar: 12-17)

### Studi Eksperimen

### *Hacking* obyek atau barang-barang yang terdapat disekitar

Tujuan meng-*hacking* barang-barang yang banyak terdapat disekitar kita adalah untuk mengetahui apakah benda-benda tersebut dapat dibuat untuk membuat alat pembentuk kemasan. Sehingga IKM dapat mewujudkannya dengan biaya murah tanpa perlu membeli perlatan *molding*  tersebut dengan biaya yang sangat mahal. Selain itu, bertujuan untuk mengetahui kelemahan dengan toleransi-toleransinya sehingga barang-barang tersebut layak untuk digunakan.

**Studi eksperimen menggunakan kontainer donat.**

Pada eksperimen pertama diuji coba untuk membuat alat menggunakan kontainer plastik yang dikenal oleh kalangan ibu rumah tangga sebagai kontainer donat.

Berikut studi eksperimen menggunakan kontainer donat dijelaskan pada tabel. (terlampir)

**Hasil eksperimen:**

**Kelebihan**

Adapun kelebihan menggunakan kontainer donat adalah:

mudah diperolehnya dipasar,

proses pengerjaan mudah.

**Kekurangan**

Adapun kekurangan menggunakan kontainer donat adalah:

plat atau permukaan bagian *inlet* melendut, hal ini disebabkan material plastis.

jika dengan struktur demikian dihasilkan banyak lipatan-lipatan pada hasil cetakan.

**Rekomendasi**

Adapun rekomendasi pada penggunaan kontainer donat adalah:

perlu pemberian struktur penyangga dibawah penampang *inlet*.

menghasilkan produk cetak yang sederhana dapat direkomendasikan menggunakan kontainer donat tersebut.

### 

### Memahami prinsip pembuatan alat

Pada kegiatan eksperimen ini, kemudian diputuskan untuk membuat alat dengan menggunakan material standar yang sesuai rekomendasi hasil eksperimen-eksperimen dengan berdasarkan pada tujuan perancangan.

**Proses sktesa dan gambar kerja *detail engineering design* (D.E.D)**

Setelah melakukan serangkaian uji coba menggunakan beberapa wadah yang mudah ditemukan didapur. Kemudian dilakukan proses pembuatan sketsa-sketsa bentuk dasar dengan mengacu kepada hasil ekperimen-eksperimen sebelumnya.

Tujuan dari proses ini adalah untuk memperoleh gambaran final bentuk produk dalam bentuk *draft* untuk kemudian dikembangkan pada tahapan selanjutnya.



Gambar . Sketsa bentuk dasar dua buah alat yang akan dikembangkan.

## Berdasarkan sketsa di atas kemudian disimpulkan bahwa dua buah kotak tersebut menadi dasar untuk pengembangan produk sesuai dengan peruntukan dan kebutuhan.

1. **KESIMPULAN**

Merujuk pada pembahasan kemudian memberikan gambaran bahwasanya teknologi produksi kemasan dan produk-produk lainnya yang berbasis material plastik sesungguhnya tidaklah serumit yang dibayangkan. Sebab pada dasarnya teknologi tersebut direkayasa berdasarkan sifat fisis plastik yang lumer jika diperlakukan panas sehingga mudah untuk dibentuk.

Memahami konsepsi dasar prinsip rekayasa peralatan yang terdiri dari proses pemanasan dan proses penghisapan (*forming*) menggunakan alat bantu mesin *vacuum cleaner*  yang mudah diperoleh serta menyiapkan sarana kotak yang dapat diperoleh disekitar kita, maka kegiatan *vacuum forming*  dapat dilakukan.

*Sesuai* hasil yang diperoleh menunjukan bahwa dengan peralatan sederhana dapat dihasilkan sebuah produk yang berguna untuk menghasilkan berbagai macam jenis bentuk kemasan sesuai daya kreasi.

Hasil ini pula menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat ini dapat menghasilkan bukan hanya kemasan yang menjadi tujuan khusus dari kegiatan penelitian ini. Tetapi juga memiliki potensi untuk menghasilkan berbagai macam produk-produk kreatif lainnya.

1. **ACKNOWLEDGEMENT**

Terima kasih kepada Rektor UNM beserta jajarannya, Dekan FSD beserta jajarannya, Ketua Lemlit UNM beserta jajarannya, DRPM Ristek Dikti atas kesempatan yang diberikan, Kolega dosen dan sivitas UNM, keluarga yang terus mendukung dan memotivasi.

1. **REFERENSI**
2. (t.thn.). Dipetik 9 13, 2017, dari www.kemasansinergy.com: https://www.kemasansinergy.com/produk/plastik-polypropylene#popup-166
3. (t.thn.). Dipetik 9 13, 2017, dari rumahmesin.com: www.rumahmesin.com/plastik-kemasan/
4. (204-2017). Dipetik 9 13, 2017, dari http://www.empirewest.com: http://www.empirewest.com/thermoforming-forming-techniques.html
5. Anita. (2007, Agustus Agustus). Dipetik 7 12, 2017, dari http://ikm.kemenperin.go.id: http://ikm.kemenperin.go.id/PUBLIKASI/bKumpulanArtikelb/tabid/67/articleType/ArticleView/articleId/5/Desain-Kemasan-Menentukan-Nilai-Produk.aspx
6. Buckle, K. A., R. A. Edwards, Fleet, G. H., & Wootton., M. (1988). *Ilmu Pangan. Terjemahan.* Jakarta: Universitas Indonesia Press, Indonesia.
7. Geof. (2016, 3 15). Dipetik 9 13, 2017, dari http://www.euroextrusions.com: http://www.euroextrusions.com/the-principle-of-thermoforming/
8. Hamdani, R. (2017, Januari 5). *http://blog.kemasaja.com*. Dipetik Agustus 28, 2017, dari http://blog.kemasaja.com/2017/01/05/kelebihan-dan-kekurangan-kemasan-berbahan-kertas-dan-plastik/
9. Julianti, E. .. (2006). *Julianti, Elisa dan Mimi Nurminah.* Medan: Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU.
10. Kartajaya, H. (1996). *Marketing Plus 2000: Siasat Memenangkan Persaingan Global.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
11. Kopeliovich, D. (2014, 11 22). Dipetik 9 13, 2017, dari http://www.substech.com: http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=thermoforming
12. Krisnadwi. (2013, 1 3). Dipetik 9 13, 2017, dari bisakimia.com: https://bisakimia.com/2013/01/03/mengenal-jenis-jenis-plastik/
13. Nilsson, J., & Ostrom, T. (2005). *Packaging as a Brand Communication Vehicle.* Thesis: Thesis of Lulea University of Technology.
14. Silayoi, P., & Speece, M. (2004). Packaging and Purchase Decisions: An Exploratory Study on The Impact of Involvement and Time Pressure. *British Food Journal* .
15. Smith, P. (1993). *Marketing Communication : An.* London: : Kogan Page Limited.