

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH SUHU HEATER TERHADAP *DEFECT* MELIPAT**  
**PRODUK *LID* BERBAHAN PET PADA PROSES *VACUUM***  
***FORMING* DI PT XYZ, INDONESIA.**



Disusun Oleh:

**DESMINTA RAHMANISA**

**NIM. 2203047**

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA**  
**BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI**  
**POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

**2025**

**TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH SUHU HEATER TERHADAP *DEFECT* MELIPAT**  
**PRODUK *LID* BERBAHAN PET PADA PROSES *VACUUM***  
***FORMING* DI PT XYZ, INDONESIA.**



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA**  
**BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI**  
**POLITEKNIK ATK YOGYAKARTA**

**2025**

## PENGESAHAN

### **PENGARUH SUHU *HEATER* TERHADAP *DEFECT* MELIPAT PRODUK *LID* BERBAHAN PET PADA PROSES *VACUUM FORMING* DI PT XYZ, INDONESIA.**

Disusun Oleh:

DESMINTA RAHMANISA

NIM. 2203047

Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik  
Pembimbing



Dr. Wisnu Pambudi, M.Sc

NIP.19870127 201801 1 001

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir dan dinyatakan memenuhi salah satu syarat yang diperlukan untuk mendapatkan Derajat Ahli Madya Diploma III (D3) Politeknik ATK Yogyakarta  
Tanggal : 10 Agustus 2025

#### TIM PENGUJI

Ketua



Mario Sariski Dwi E., S.T., M.T

NIP. 19871206 202012 1 001

Anggota



Risang Pujiyato, S.H., M.PA

NIP. 19870127 201801 1 001



Dr. Wisnu Pambudi, M. Sc

NIP.19870127 201801 1 001

Yogyakarta, 10 Agustus 2025  
Direktur Politeknik ATK Yogyakarta



Dr. Sonny Taufan, S.H., M.H

NIP. 19780604 200803 1 001

## PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillahilabbil'alamiin, puji syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan nikmat yang sangat luar biasa, atas segala rahmat serta pertolongan-Nya, sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu. Sebagai wujud rasa hormat, bukti semangat usaha serta cinta, dan kasih sayang orang-orang yang sangat berharga, Tugas Akhir ini Penulis persembahkan kepada:

1. Dua orang paling berjasa dalam hidup Penulis, Bapak Sutarmin dan Ibu Dianita Muktiarawati. Terima kasih atas kepercayaan dan izin merantau yang telah diberikan. Terima kasih atas setiap tetes keringat yang telah tercurahkan, yang tiada hentinya memberikan semangat, motivasi, perhatian, kasih sayang, dan doa yang selalu terselip disetiap sholatnya demi keberhasilan Penulis. Terimakasih yang tak terhingga untuk segalanya, sehat selalu dan hiduplah lebih lama lagi.
2. Kepada adikku tercinta, Janeeta Najla Raisa, terima kasih atas segala cinta kasih, dukungan dan doa-doa baik yang selalu dipanjatkan. Walaupun terkadang kamu mengesalkan namun, *I Love u so much*.
3. Terima kasih untuk seluruh anggota keluarga, terkhusus kepada Kakek dan Nenek yang senantiasa melangitkan doa-doa baik, selalu memberikan dukungan moril maupun materil. Semoga Allah membalas semua kebaikan kalian, Aamiin.
4. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Dr. Wisnu Pambudi, M. Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberi ide, arahan, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing Penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kepada Ibu Rita Supardiyanti, selaku Kepala Quality Control PT XYZ dan seluruh Staff karyawan yang telah bersedia memberikan informasi selama Penulis melakukan percobaan sebagai bahan tugas akhir.

6. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Fifi Aila Zefaniya, Maulid Fajar Rahmat Dani, dan Bagas Setyanto, *thank you for being your support shoulder in my tough times*, Penulis ucapkan terima kasih karena sudah selalu ada untuk penulis dengan menjadi support system dalam kondisi suka maupun duka, selalu bisa mendengarkan keluh kesah, memberikan semangat, serta doa kepada penulis. Terima kasih sudah berkontribusi banyak dalam penulisan tugas akhir ini dengan sabarnya menghadapi saya dengan berbagai *mood* yang terjadi, terima kasih telah menjadi bagian perjalanan saya hingga penyelesaian tugas akhir.
7. Teman-teman program studi TPKP angkatan 2022 dan seluruh rekan Satya Khatulistiwa yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih telah memberikan hiburan dan membantu Penulis selama perkuliahan *offline* maupun *online*.
8. Teruntuk diriku sendiri, Desminta Rahmanisa, terima kasih telah menjadi perempuan tangguh dan tulus itu. Mari bekerjasama untuk lebih berkembang lagi menjadi pribadi yang lebih baik dari hari ke hari.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan lancar dan tepat waktu. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III (D3) Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik di Politeknik ATK Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa kelancaran penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, usaha, doa, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak. Oleh karenanya, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Sonny Taufan, SH., MH. Selaku Direktur Politeknik ATK Yogyakarta.
2. Yuli Suwarno, S.T, M.SC. selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik ATK Yogyakarta, Nurwantoro, S.KOM, MM. selaku Pembantu Direktur 2 Politeknik ATK Yogyakarta, dan Risang Pujiyanto, S.H., M.PA. selaku pembantu Direktur 3 Politeknik ATK Yogyakarta.
3. Dr. Wisnu Pambudi, M.Sc. Selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik dan selaku dosen pembimbing tugas akhir.

Demikian, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca.

Yogyakarta, Juli 2025

Penulis

## **MOTTO**

“Sesibuk apapun kamu, jangan pernah lupa untuk sholat”

-Mamah-

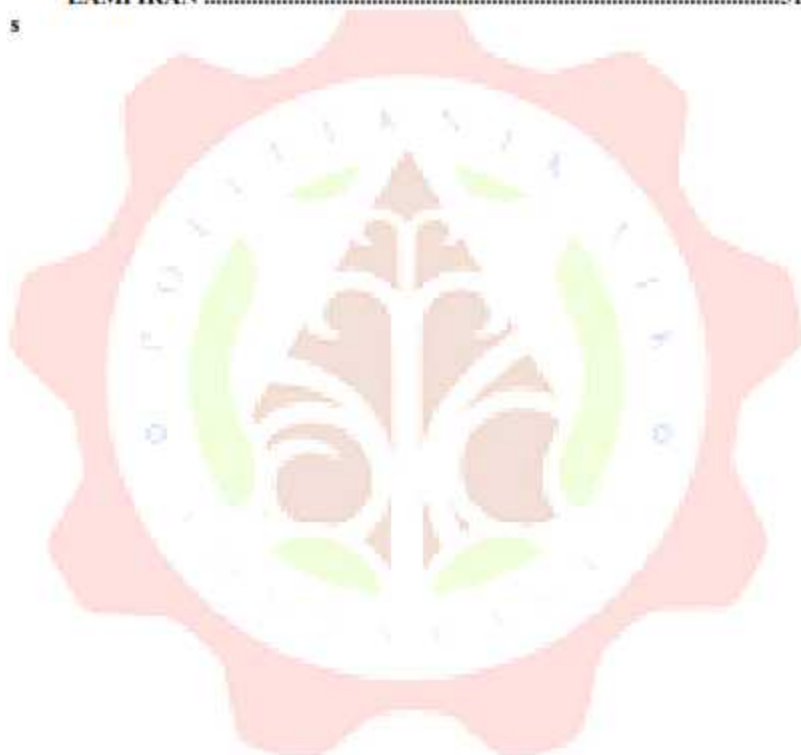


## DAFTAR ISI

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| TUGAS AKHIR .....                           | i    |
| TUGAS AKHIR .....                           | ii   |
| PENGESAHAN .....                            | iii  |
| PERSEMBAHAN .....                           | iv   |
| KATA PENGANTAR.....                         | vi   |
| MOTTO .....                                 | vii  |
| DAFTAR ISI .....                            | viii |
| DAFTAR TABEL .....                          | x    |
| DAFTAR GAMBAR .....                         | xi   |
| INTISARI .....                              | xiii |
| ABSTRACT .....                              | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                     | 1    |
| A. Latar Belakang.....                      | 1    |
| B. Permasalahan .....                       | 4    |
| C. Tujuan.....                              | 4    |
| D. Manfaat .....                            | 5    |
| E. Batasan Masalah .....                    | 5    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....               | 17   |
| A. Plastik Kemasan.....                     | 17   |
| B. Polyethylene Terephthalate (PET) .....   | 21   |
| C. Thermoforming.....                       | 24   |
| D. Cacat Melipat (Folding Defect).....      | 27   |
| E. Penelitian Terdahulu .....               | 27   |
| BAB III METODE DAN MATERI TUGAS AKHIR ..... | 30   |
| A. Lokasi dan Waktu Pengambilan Data .....  | 30   |
| B. Materi Pelaksanaan Tugas Akhir.....      | 30   |
| C. Metode Pengumpulan Data.....             | 35   |
| D. Metode Penyelesaian Tugas Akhir .....    | 37   |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....           | 39   |

|                                        |                 |           |
|----------------------------------------|-----------------|-----------|
| A.                                     | Hasil.....      | 39        |
| B.                                     | Pembahasan..... | 41        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b> |                 | <b>48</b> |
| A.                                     | Kesimpulan..... | 48        |
| B.                                     | Saran .....     | 48        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>             |                 | <b>49</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                  |                 | <b>51</b> |

5



## DAFTAR TABEL

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 Data Hasil Trial Variasi Pemanas Pembuatan <i>Lid Cup</i> ..... | 39 |
|---------------------------------------------------------------------------|----|



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Contoh kemasan <i>lid</i> cup produksi PT.XYZ .....      | 19 |
| Gambar 2.2 Langkah Dasar Proses <i>Thermoforming</i> .....          | 24 |
| Gambar 2.3 Proses <i>Vacuum Forming</i> .....                       | 26 |
| Gambar 2.4 <i>Defect</i> melipat <i>lid</i> cup .....               | 27 |
| Gambar 3.1 <i>Roll Sheet Polyethylene Terephthalate</i> .....       | 32 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pembuatan <i>Lid Cup</i> .....       | 33 |
| Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Metode Pelaksanaan Tugas Akhir ..... | 37 |
| Gambar 4.1 Produk <i>Lid Cup</i> .....                              | 40 |
| Gambar 4.2 Hasil Produk Sebelum <i>Trial</i> .....                  | 41 |
| Gambar 4.3. Data Hasil <i>Trial Defect</i> Melipat .....            | 44 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Lembar Kerja Harian Magang.....    | 52 |
| Lampiran 2 Surat Keterangan Prakerin.....     | 64 |
| Lampiran 3 Sertifikat Prakerin.....           | 65 |
| Lampiran 4 Blanko Konsultasi Tugas Akhir..... | 66 |



## INTISARI

Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi suhu pemanasan (*heater setting*) terhadap cacat produk *lid cup* berbahan *Polyethylene Terephthalate (PET)* pada proses *vacuum forming* di PT XYZ. *Lid cup* berfungsi sebagai penutup kemasan yang menjaga kualitas dan keamanan produk, tetapi sering mengalami cacat melipat (*folding defect*) akibat distribusi suhu pemanasan yang tidak merata. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pengaruh variasi suhu heater terhadap kualitas produk dan menentukan suhu heater yang paling optimal untuk meminimalkan cacat. Metode yang digunakan meliputi observasi visual dan eksperimen dengan tiga variasi suhu pemanasan: 184°C, 194°C, dan 202°C. Hasil percobaan menunjukkan bahwa suhu pemanasan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat *folding defect*. Suhu optimal untuk meminimalkan cacat melipat adalah 194°C, yang menghasilkan tingkat cacat terendah sebesar 2,39%, angka ini masih di bawah ambang batas kualitas perusahaan (<6%). Sebaliknya, suhu di bawah 194°C membuat material menjadi kaku dan sulit dibentuk, sementara suhu di atas 202°C menyebabkan material terlalu lunak dan menipis secara ekstrem. Penerapan suhu optimal ini dapat mengurangi limbah produksi dan meningkatkan efisiensi.

**Kata Kunci:** *Lid cup*, *Polyethylene Terephthalate (PET)*, *Vacuum Forming*, *Folding defect*, dan suhu pemanasan

## ABSTRACT

*This study examines the effect of heating temperature variations (heater setting) on product defects in Polyethylene Terephthalate (PET) lid cups during the vacuum forming process at PT XYZ. The lid cup functions as a packaging closure that maintains product quality and safety, but often experiences folding defects due to uneven heating temperature distribution. The objective of this research is to identify the effect of heater temperature variations on product quality and to determine the most optimal heater temperature to minimize defects.*

*The method used includes visual observation and experiments with three heating temperature variations: 184 °C, 194 °C, and 202 °C. The experimental results show that the heating temperature has a significant impact on the level of folding defects. The optimal temperature to minimize folding defects is 194 °C, which resulted in the lowest defect rate of 2.39%, a figure still below the company's quality threshold (<6%). In contrast, temperatures below 194 °C make the material stiff and difficult to form, while temperatures above 202 °C cause the material to become too soft and thin excessively. Implementing this optimal temperature can reduce production waste and increase efficiency.*

**Keywords:** *Lid cup, Polyethylene Terephthalate (PET), Vacuum Forming, Folding defect, Heating temperature*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Indonesia termasuk salah satu negara dengan tingkat konsumsi plastik tertinggi di dunia. Meningkatnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi menjadi pendorong utama melonjaknya kebutuhan terhadap produk plastik di berbagai bidang, seperti industri kemasan, otomotif, konstruksi, hingga elektronik. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023), konsumsi plastik per kapita di Indonesia terus mengalami peningkatan hingga mencapai angka 17 kg per tahun, dengan laju pertumbuhan sekitar 6% hingga 7% setiap tahunnya. Fenomena ini mencerminkan pergeseran gaya hidup masyarakat yang semakin mengandalkan produk-produk praktis dan efisien. Meskipun berbagai upaya pengurangan limbah plastik terus dilakukan, industri plastik tetap memainkan peran vital dalam struktur ekonomi nasional karena menyediakan lapangan kerja serta mendukung mata rantai industri lainnya.

Salah satu sektor yang paling banyak menggunakan plastik adalah industri pengemasan. Bahan plastik menjadi pilihan utama karena keunggulannya yang ringan, tahan lama, fleksibel dalam desain, dan memiliki biaya produksi yang ekonomis. Dalam industri makanan dan minuman, salah satu bentuk kemasan yang banyak digunakan adalah *lid cup* atau penutup gelas. Komponen ini berfungsi menjaga

higienitas produk, melindungi dari kontaminasi, mempertahankan kesegaran, dan mencegah tumpahan. Lid cup digunakan dalam berbagai produk seperti minuman instan, yogurt, puding, serta makanan siap konsumsi dalam kemasan satuan (Putri & Lestari, 2021).

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur terkemuka di Indonesia yang bergerak di bidang produksi kemasan plastik. Kegiatan produksi yang dilakukan oleh perusahaan ini meliputi proses pembuatan berbagai jenis produk berbahan dasar plastik (terutama dari bahan PS, dan PET). Salah satu produk yang dihasilkan itu berupa *lid cup*.

*Lid cup* sendiri merupakan bagian penutup yang dirancang khusus untuk gelas atau wadah makanan, biasanya terbuat dari lembaran plastik tipis. Fungsinya sangat penting dalam menjaga mutu dan keamanan produk, serta memberikan kemudahan dalam konsumsi. Produk ini dapat ditemukan pada berbagai macam produk makanan dan minuman, termasuk susu dan camilan kemasan. Desain *lid cup* dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan baku dan aplikasi penggunaannya. Proses pembuatan *lid cup* dilakukan dengan menggunakan mesin *vacuum forming* dengan memakai material *polyethylene terephthalate* (PET). Namun, dalam proses ini sering muncul permasalahan berupa cacat melipat (*folding defect*). Cacat ini terjadi ketika permukaan atau sisi *lid* mengalami kerutan, lipatan, atau pembentukan yang tidak sempurna. Selain mengganggu tampilan

produk, cacat ini juga berpotensi merusak fungsi utama *lid cup* sebagai penyegel. Dalam kondisi ideal dengan system kendali mutu yang baik, tingkat *folding defect* seharusnya tidak melebihi 5% dari total output produksi, terutama untuk produk dengan desain sederhana dan proses yang stabil.

Salah satu factor utama penyebab *folding defect* dalam proses *vacuum forming* adalah pengaturan suhu pemanasan yang tidak sesuai. Apabila lembaran plastik dipanaskan terlalu rendah, maka material menjadi kaku dan sulit mengikuti kontur cetakan. Sebaliknya, jika suhu terlalu tinggi, material bias menjadi terlalu lunak dan menipis, khususnya pada bagian sudut, sehingga menyebabkan kerutan atau bahkan titik lemah struktural. Ketidakseimbangan suhu ini dapat menghambat aliran material secara merata keseluruh bagian cetakan, yang pada akhirnya menimbulkan cacat berupa lipatan atau kerutan (Permana et al., 2022). Keberadaan Produk yang cacat bias merusak citra perusahaan dan menurunkan kepuasan pelanggan. Jika banyak produk yang cacat, pandangan pelanggan terhadap perusahaan akan menjadi negatif, apalagi jika produk tidak sesuai harapan mereka. Kondisi ini juga akan berdampak pada tingkat kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan tidak hanya itu lipatan atau kerutan dapat menciptakan titik lemah pada struktur produk, mengurangi kekuatan saat penyegelan, dan mengganggu fungsi yang seharusnya (produk harus kedap udara atau menahan beban tertentu).

Berdasarkan permasalahan diatas maka dilakukanlah upaya pemecahan masalah berupa cacat melipat (*folding defect*) pada produk *lid cup* yang diharapkan dapat meminimalisir cacat melipat (*folding defect*) pada produk lid cup di PT XYZ. Dengan menentukan variasi suhu pemanasan yang terbaik. Solusi ini juga diharapkan dapat mengurangi jumlah limbah plastik yang dihasilkan tanpa mengurangi kualitas dari Produk lid cup dan menjadi inspirasi bagi industry barang jadi plastik.

#### **B. Permasalahan**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu heater terhadap defect melipat produk *lid* berbahan *PET* pada proses *vacuum forming*?
2. Berapa suhu *heater* terbaik untuk meminimalkan *defect* melipat pada produk *lid* berbahan *PET*?

#### **C. Tujuan**

Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan dari pemecahan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi dan menganalisis pengaruh variasi suhu heater terhadap defect melipat produk *lid*.
2. Menentukan suhu heater paling terbaik untuk meminimalkan *defect* melipat pada produk.

#### D. Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari pemecahan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi Penulis, meningkatkan wawasan yang lebih luas mengenai kemampuan dalam mengidentifikasi, menganalisis dan memecahkan masalah terkait *defect* melipat.
- b. Bagi Perusahaan, memberikan informasi mengenai penyebab utama *defect* melipat yang terkait pemanasan, memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan proses, mengurangi reject rate dan meminimalkan pemborosan bahan baku serta energi.
- c. Bagi Ilmu pengetahuan dan teknologi, sebagai media pembelajaran sehingga dapat dijadikan tambahan sumber referensi dan dapat dijadikan pengetahuan bidang manufaktur, khususnya mengenai perilaku PET dalam proses *vacuum forming* dan faktor-faktor yang memengaruhi *defect* melipat.

#### E. Batasan Masalah

Batasan masalah terkait permasalahan dalam tugas akhir yaitu sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini akan mengkaji produk *lid* berbahan PET (*Polyethylene terephthalate*) yang di proses di PT XYZ. Pengukuran dan identifikasi *defect* melipat akan dilakukan dengan metode observasi visual.
2. Variabel yang akan diteliti dibatasi pada variasi suhu pemanasan

heater saja. Faktor-faktor lain yang mungkin mempengaruhi *defect* diasumsikan stabil atau berada dalam rentang operasi standar di PT XYZ.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Plastik Kemasan**

Menurut Jazani (2017) plastik merupakan material terbentuk dari turunan minyak bumi yang diperoleh dari proses penyulingan. (Jazani et al., 2017). Plastik adalah polimer, rantai panjang atom mengikat satu sama lain. Rantai ini terbentuk banyak unit molekul berulang atau “monomer”. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat hingga membuat material ini sering digunakan oleh masyarakat dalam berbagai kebutuhan, namun plastik yang tidak dapat terurai oleh alam setelah digunakan sehingga dapat mencemari lingkungan karena zat kimia yang terkandung didalamnya.

Kemasan berperan sebagai wadah yang tidak hanya melindungi produk, tetapi juga meningkatkan nilai guna dan daya saing produk tersebut. Pemanfaatan kemasan yang tepat dapat mencegah penurunan kualitas akibat pengaruh eksternal serta memberikan nilai tambah dari segi estetika maupun fungsi. Selain itu, kemasan yang dipilih secara tepat akan mendukung kelancaran distribusi, memperkuat daya tarik pasar, dan mengurangi risiko kerusakan fisik produk. Salah satu jenis kemasan yang paling banyak digunakan adalah kemasan berbahan plastik. Plastik banyak dipilih karena memiliki sejumlah keunggulan, seperti bersifat transparan, ringan, tahan terhadap air, dan memiliki harga yang relative terjangkau oleh berbagai lapisan masyarakat. Berbagai kelebihan inilah yang membuat plastik

menjadi bahan kemasan yang dominan digunakan dalam berbagai sector kehidupan (Wardani, 2018).

Menurut Julianti & Nurminah (2006), Fungsi paling mendasar dari kemasan adalah untuk memudahkan dan melindungi produk dari kerusakan-kerusakan, sehingga lebih mudah disimpan, diangkut dan dipasarkan. Secara umum fungsi pengemasan pada bahan pangan adalah :

1. Memudahkan produk selama distribusi dari produsen hingga ke konsumen, agar produk tidak tercecer, terutama untuk cairan, pasta atau butiran.
2. Melindungi dan mengawetkan produk, seperti melindungi dari sinar ultraviolet, panas, kelembaban udara, oksigen, benturan, kontaminasi dari kotoran dan mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk.
3. Sebagai identitas produk, dalam hal ini kemasan dapat digunakan sebagai alat komunikasi dan informasi kepada konsumen melalui label yang terdapat pada kemasan.
4. Meningkatkan efisiensi, misalnya: memudahkan penghitungan, memudahkan pengiriman dan penyimpanan. Hal ini penting dalam dunia perdagangan.

5. Melindungi pengaruh buruk dari luar, Melindungi pengaruh buruk dari produk di dalamnya, misalnya jika produk yang dikemas berupa produk yang berbau tajam, atau produk berbahaya seperti air keras, gas beracun dan produk yang dapat menularkan warna, maka dengan mengemas produk ini dapat melindungi produk-produk lain di sekitarnya.
6. Menambah daya tarik calon pembeli
7. Sarana informasi dan iklan
8. Memberi kenyamanan bagi pemakai.

Fungsi ke-6, 7 dan 8 merupakan fungsi tambahan dari kemasan, akan tetapi dengan semakin meningkatnya persaingan dalam industry pangan, fungsi tambahan ini justru lebih ditonjolkan.



Gambar 2.1 Contoh kemasan lid cup produksi PT.XYZ  
(Dokumentasi pribadi)

*Lid cup* merupakan jenis penutup gelas yang banyak digunakan pada berbagai produk makanan dan minuman, dirancang untuk memberikan perlindungan maksimal sekaligus kemudahan dalam penggunaan bagi konsumen. Tidak seperti plastik *film* tipis yang membutuhkan proses penyegelan panas, *lid cup* biasanya diproduksi menggunakan teknik

*thermoforming*, khususnya metode *vacuum forming*. Pada proses ini, lembaran plastik seperti *PET* (*Polyethylene Terephthalate*) atau *PS* (*Polystyrene*) dipanaskan hingga lunak, kemudian dibentuk mengikuti cetakan dengan bantuan tekanan *vakum*.

Keunggulan utama dari jenis *lid cup* ini terletak pada strukturnya yang kaku dan stabil, memungkinkan penutupan yang rapat pada bibir gelas tanpa bantuan alat penyegel tambahan. Karakteristik ini menjadikannya solusi ideal untuk produk seperti minuman siap saji, makanan penutup, dan berbagai sajian lainnya yang memerlukan penutup yang dapat dibuka-tutup dengan mudah. Kualitas material seperti kejernihan visual dan daya tahan terhadap udara serta kelembapan sangat berpengaruh terhadap mutu dan daya tarik produk yang dikemas, sebagaimana dibahas dalam literature terkait kemasan pangan (Robertson, 2016). Sifat unggul dari material PET menjadikannya sebagai salah satu pilihan utama dalam pembuatan penutup kemasan. Tingkat kejernihan yang tinggi memungkinkan konsumen melihat isi produk secara langsung, sehingga meningkatkan nilai estetika dan daya tarik visual. Selain itu, penutup berbahan PET memiliki kekakuan dan kekuatan yang cukup baik untuk mencegah tumpahan serta melindungi produk dari kontaminasi eksternal.

Kemampuan PET dalam menjadi penghalang terhadap gas juga sangat efektif dalam mempertahankan kualitas produk, terutama dalam menjaga kesegaran minuman dari paparan oksigen dan mencegah hilangnya karbondioksida yang sangat penting untuk minuman bersoda. Keunggulan

lainnya adalah bobotnya yang ringan, yang mendukung efisiensi dalam proses distribusi. Ditambah lagi, sifat PET yang dapat didaur ulang menjadikannya pilihan yang lebih ramah lingkungan dalam pengelolaan limbah plastic (Robertson, 2016).

Produk tutup gelas berbahan plastik *PET* yang dihasilkan melalui proses *thermoforming* dengan metode *vacuum forming* memiliki berbagai macam aplikasi. Penggunaannya yang paling umum dapat ditemukan pada penutup gelas kopi untuk dibawa pulang (*takeaway*), baik dalam bentuk datar dengan lubang sedotan, model tanpa sedotan (*strawless*), maupun bentuk cembung. Selain itu, jenis tutup ini juga sering digunakan untuk wadah makanan penutup seperti puding, salad buah, serta untuk kemasan *cup yogurt* dan potongan buah siap saji (Lekesiz & Teke, 2016).

#### **B. Polyethylene Terephthalate (PET)**

*Polyethylene terephthalate* (PET) merupakan jenis polimer termoplastik yang paling banyak digunakan di seluruh dunia karena memiliki sejumlah keunggulan, seperti bobot yang ringan, kekuatan mekanik tinggi, kejernihan optik, serta daya tahan yang baik terhadap penetrasi gas dan kelembapan (Awaja & Pavel, 2010). PET terbentuk melalui proses kondensasi antara etilena glikol dan asam tereftalat (atau dimetil tereftalat), menghasilkan struktur molekul yang stabil dan kuat. Karakteristik ini menjadikan PET sangat cocok untuk berbagai penggunaan, khususnya dalam industri kemasan, karena kemampuannya yang tinggi dalam menahan tekanan dan mencegah kerusakan fisik (Robertson, 2013).

Menurut Klein (2009), menyatakan bahwa PET banyak dimanfaatkan dalam industri kemasan plastik karena kemampuannya yang sangat baik dalam menahan penetrasi gas dan kelembapan, serta memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Di samping itu, PET juga dikenal memiliki ketahanan kimia yang kuat, kejernihan yang tinggi, kemudahan dalam pemrosesan, dan stabilitas termal yang baik. Kombinasi sifat-sifat tersebut menjadikan PET sebagai salah satu material unggulan yang secara luas digunakan di berbagai sektor pengemasan.

Menurut Mandal (2019), PET memiliki sifat mekanik, listrik, dan termal yang sangat baik. Selain itu, material ini juga menunjukkan ketahanan kimia yang tinggi, kejernihan optik, kestabilan dimensi yang unggul, serta kemampuan menyerap kelembapan yang sangat rendah. Beberapa karakteristik penting dari PET antara lain:

1. Bersifat transparan dan ringan
2. Memiliki tingkat difusi kelembapan yang sangat rendah melalui struktur polimernya
3. Menunjukkan stabilitas dimensi yang sangat baik
4. Memiliki performa listrik yang unggul
5. Tahan terhadap bahan kimia
6. Mampu menahan tegangan retak akibat lingkungan
7. Stabil secara termal
8. Menunjukkan kestabilan warna yang sangat baik

Berkat keunggulan tersebut, PET digunakan secara luas dalam

berbagai produk, seperti botol minuman, komponen peralatan listrik dan elektronik, bagian kendaraan, peralatan rumah tangga, system pencahayaan, perlengkapan industri, serta alat olahraga (Awaja & Pavel, 2005).

PET relatif kaku, pet memiliki suhu transisi *glass* sekitar 158°F (70°C). Dalam kondisi termal yang ideal, bagaimanapun, PET akan mengkristal, meskipun cukup lambat, hingga maksimum sekitar 40% (berat) dan suhu leleh sekitar 490°F (225°C). PET biasanya tidak diekstrusi dalam lembaran tebal, karena lembaran tebal tidak dapat didinginkan cukup cepat (Throne, 2008).

PET memiliki sifat dapat didaur ulang dengan mencairkan kembali, atau melalui proses kimia ke bahan komponennya untuk membuat resin PET baru. Produk-produk yang umumnya terbuat dari daur ulang PET seperti botol, tali pengikat industri, komponen otomotif, bahan konstruksi, dan sebagainya (Petra, 2018). Dengan daur ulang, PET membentuk bagian dari siklus material tertutup, secara signifikan mengurangi pemanfaatan sumber daya seperti minyak mentah.

Salah satu kekurangan dari PET adalah kekuatan lelehnya yang rendah, yang membuat nilai standar sulit atau tidak mungkin untuk diproses dengan *ekstrusi blow molding*. Kekuatan leleh tergantung pada keberadaan cabang rantai panjang atau spesies dengan berat molekul yang lebih tinggi untuk menyediakan keterikatan dalam pencairan. PET mempunyai distribusi berat molekul yang sempit dan tidak memiliki

cabang rantai panjang. PET juga terkena hidrolisis pada suhu tinggi, sehingga PET harus kering sebelum diproses, yaitu kadar air harus kurang dari 0,005% (Selke & Cultur, 2016).

### C. Thermoforming

Dalam industri plastik, thermoforming merupakan proses sekunder yang menggunakan lembaran plastik sebagai bahan baku, di mana lembaran tersebut sebelumnya telah diproduksi melalui metode ekstrusi. Proses *thermoforming* secara umum terdiri dari tiga tahap utama, yaitu: pemanasan lembaran plastik (*heating*), pembentukan sesuai cetakan (*forming*), lalu dilanjutkan dengan proses pendinginan dan pemangkasan bagian yang tidak dibutuhkan (*trimming*). Secara umum, tahapan dasar dalam proses *thermoforming* dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.2 Langkah Dasar Proses Thermoforming  
(Muralisrinivasan, 2010)

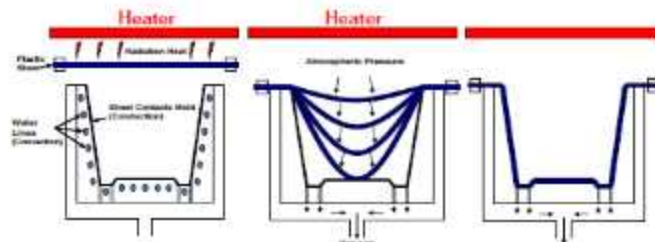
Tahapan awal dalam proses *thermoforming* dimulai dengan menyiapkan lembaran plastik (*sheet*) yang diperoleh dari proses ekstrusi sebagai bahan baku utama. Lembaran ini kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu pembentukan yang sesuai. Setelah itu, material diproses dengan cara direntangkan mengikuti bentuk cetakan yang diinginkan, lalu didinginkan hingga mencapai suhu di mana bentuk tersebut dapat dipertahankan secara stabil. Selanjutnya, produk dilepaskan dari cetakan

dan dilakukan pemotongan untuk memperoleh bentuk akhir sesuai spesifikasi. Sisa lembaran yang tidak terpakai biasanya dihancurkan menggunakan mesin *crusher* dan kemudian dicampurkan kembali dengan pellet plastik untuk diolah ulang melalui proses ekstrusi menjadi sheet baru.

*Thermoforming* merupakan metode pembentukan material polimer termoplastik menjadi bentuk baru dengan memanfaatkan energi panas dan tekanan. Salah satu mesin yang menerapkan prinsip ini adalah mesin *vacuum forming*, yang bekerja berdasarkan teknik *thermoforming* untuk membentuk plastik (Zamheri et al., 2022).

*Vacuum forming* merupakan salah satu metode pembentukan plastik yang relative sederhana, di mana selembar plastik dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu, lalu direntangkan kedalam sebuah cetakan (*mold*) sesuai bentuk yang diinginkan. *Mold* yang digunakan dapat memiliki beragam bentuk, tergantung kebutuhan dan spesifikasi produk. Setelah cetakan disiapkan, proses pembentukan dilakukan dengan bantuan alat vakum yang menarik lembaran plastik kepermukaan cetakan hingga mengikuti bentuknya secara presisi. Teknik ini umum digunakan dalam pembuatan kemasan plastik, casing perangkat elektronik seperti speaker, hingga komponen otomotif seperti dashboard mobil. Meskipun terlihat mudah, proses *vacuum forming* membutuhkan pengetahuan teknis yang tepat, terutama mengenai jenis plastik yang sesuai dan suhu pemanasan yang dibutuhkan. Jika suhu terlalu rendah, plastik akan menjadi kaku dan sulit dibentuk. Sebaliknya, jika terlalu panas, material bias menjadi terlalu

elastis dan kehilangan bentuk yang diinginkan, sehingga hasil akhirnya tidak presisi.



Gambar 2.2. Proses Vacuum Forming  
(sumber: Dewi, 2019)

Dalam proses vacuum forming, gaya utama yang membentuk material adalah perbedaan tekanan udara yakni tekanan atmosfer yang bekerja di satu sisi lembaran plastik dan tekanan vakum (hampa) di sisi lainnya. Umumnya, proses ini menggunakan *female mold* atau cetakan negatif. Lembaran plastik yang telah dipanaskan dijepit pada tepi cetakan, kemudian tekanan vakum diterapkan untuk menarik lembaran ke dalam rongga cetakan, sehingga plastik mengikuti bentuk cetakan secara menyeluruh.

Pelaksanaan teknik *moulding* ini memerlukan ketelitian dan tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Berbagai aspek teknis perlu diperhatikan untuk memastikan hasil akhir yang optimal. Beberapa factor penting yang memengaruhi kualitas produk hasil *vacuum forming* antara lain:

1. Kelembaban lingkungan, karena akan menyebabkan bentuk yang tidak diinginkan dalam proses pencetakannya, seperti *bubble* yang terbentuk.

2. Bentuk yang terjadi diakibatkan terlalu panasnya plastik dalam proses pemanasan.

#### **D. Cacat Melipat (*Folding Defect*)**

Cacat melipat merupakan salah satu jenis ketidak sempurnaan pada material yang muncul ketika sebagian permukaan plastik mengalami pelipatan atau penggulung selama proses pembentukan, khususnya pada produk berbahan dasar polimer atau plastik. Cacat ini biasanya tampak dalam bentuk garis menonjol, bagian yang tampak menggembung, atau area yang saling bertumpuk, sehingga dapat menurunkan kualitas visual dan kekuatan mekanis dari produk akhir.

Defect melipat umumnya terjadi karena distribusi suhu pemanas yang tidak merata, suhu pemanasan yang terlalu tinggi. Menurut Rosato & Rosato, (2004) *folding defect* terjadi saat lembaran plastik mengalami kerutan atau pelipatan dalam proses pembentukan termal seperti *vacuum forming*. Penyebab umum dari cacat ini antara lain adalah suhu pemanasan yang terlalu tinggi atau distribusi panas yang tidak merata, serta desain cetakan yang tidak mampu mengalirkan material secara seimbang keseluruhan permukaan cetakan.



Gambar 2.4 Defect melipat lid cup  
(Dokumen pribadi)

#### **E. Penelitian Terdahulu**

Penelitian mengenai variasi suhu pemanasan dan kualitas plastik menggunakan proses *thermoforming* dan *vacuum forming* telah banyak dilakukan. Berikut ini beberapa penelitian yang membahas mengenai variasi suhu pemanasan dan kualitas proses *thermoforming* dan *vacuum forming*. Berikut merupakan SLR penelitian terdahulu yang sudah dilakukan pada penelitian ini.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| Penulis                           | Tahun | Judul                                                                                                           | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Metode dan Tools                         |
|-----------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Supraptiah, E., Amin, J & Idha, I | 2019  | Analisa <i>Vacuum Forming</i> Cetakan dari Bioplastik Pektin Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formaty pica) | Penelitian ini mengevaluasi cacat visual dalam produk hasil <i>vacuum forming</i> yang dihasilkan dari bioplastik berbahan pektin. Salah satu jenis cacat utama yang teridentifikasi adalah cacat melipat yang muncul saat suhu pemanasan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Studi ini menunjukkan bahwa suhu pemanasan yang tidak optimal menyebabkan distribusi tekanan vakum tidak merata, yang mengakibatkan bagian plastik terlipat dan tidak mengikuti bentuk | UTM ( <i>Universal Testing Machine</i> ) |

|                                                     |      |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |
|-----------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                     |      |                                                                                                          | cetakan secara sempurna.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             |
| Hastuti, S.,<br>Rais,<br>I.U.N,<br>& Hardono,<br>H. | 2018 | Analisa<br><i>Vacuum<br/>Forming</i><br>Cetakan<br>Agar- Agar<br>Berbahan<br>Baku<br><i>Polyethylene</i> | Studi ini secara langsung menggunakan material PET dan membandingkan hasil produk <i>thermoforming</i> dengan variasi suhu pemanasan. Hasil menunjukkan bahwa suhu yang terlalu rendah menyebabkan permukaan produk tidak terbentuk sempurna (cacat kaku), sedangkan suhu yang terlalu tinggi menyebabkan lipatan halus dan ketipisan di tepi produk. Cacat ini diidentifikasi sebagai "defect melipat" akibat suhu heater yang tidak dikontrol tepat. | Plug Asisst Vacuum Formig – |

### BAB III

#### METODE DAN MATERI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir yang akan dikaji merupakan penyelesaian masalah tentang pengaruh suhu heater terhadap defect melipat produk *lid* berbahan PET pada proses *vacuum forming*.

##### A. Lokasi dan Waktu Pengambilan Data

Proses pengambilan data Tugas Akhir dilakukan di salah satu perusahaan bidang pembuatan produk kemasan plastik yaitu PT XYZ. Pengambilan data dilakukan selama pelaksanaan magang dan percobaan dilaksanakan di produksi bahan PET PT XYZ. Waktu pengambilan data dilakukan selama 6 bulan sejak tanggal 04 November 2024 sampai 03 Mei 2025.

##### B. Materi Pelaksanaan Tugas Akhir

Materi dalam pelaksanaan Tugas Akhir yaitu terkait permasalahan variasi pemanasan dalam proses pembuatan *lid* cup berbahan pet yang terjadi kecacatan pada produk berupa *folding defect*. Tujuan dari percobaan tersebut yaitu untuk mengetahui berapa suhu terbaik dari parameter pemanasan yang tepat. Dalam tugas akhir ini, aspek ekonomi dan lingkungan juga menjadi pertimbangan penting yang dapat memberikan manfaat tambahan seperti mengurangi biaya produksi dan mampu mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan *lid* cup sebagai berikut:

## 1. Alat

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam proses pembuatan *lid cup*

| No | Nama Alat               | Gambar                                                                              | Fungsi                                                                         |
|----|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <i>Vacuum Forming</i>   |    | Berfungsi sebagai mesin utama dalam pembuatan <i>lid cup</i> .                 |
| 2. | Cetakan ( <i>mold</i> ) |    | Berfungsi sebagai pembentuk produk                                             |
| 3. | <i>Crusher</i>          |    | Berfungsi untuk mencacah plastik menjadi potongan-potongan kecil atau serpihan |
| 4. | Winder                  |   | Untuk menggulung dan menyimpan lembaran plastik yang akan digunakan            |
| 5. | Heater (Pemanas)        |  | Untuk memanaskan lembaran plastik agar menjadi lentur dan mudah dibentuk       |

|    |  |                        |                                                                                   |                                                  |
|----|--|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 6. |  | Punching<br>(Pelubang) |  | Untuk melubangi produk                           |
| 7. |  | Cutting<br>(Pemotong)  |  | Untuk memotong produk jadi dari lembaran plastik |

## 2. Bahan

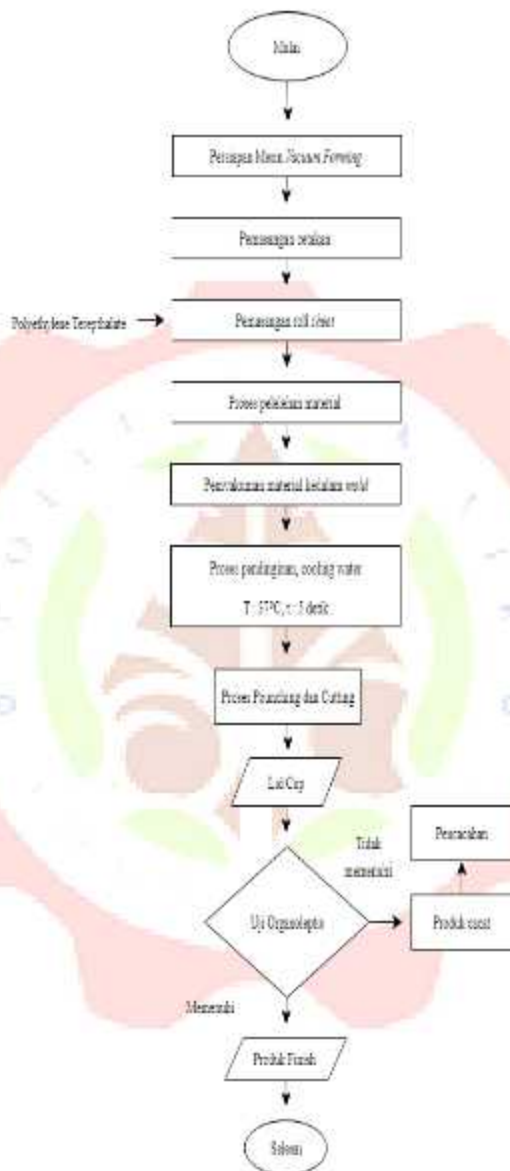
Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan *lid cup* adalah roll *sheet* dengan ketebalan 0,24x 85 yang terbuat dari biji plastik *Polyethylene Terephthalate* sebagai bahan utama, *crusher* PET dan silikon sebagai Bahan pendukung.



Gambar 3.1 Roll Sheet PolyethyleneTerephthalate  
(Sumber: PT. XYZ)

## 3. Proses Pembuatan *Lid Cup*

Proses pembuatan *lid cup* mencakup beberapa tahapan sampai menjadi produk yang sesuai dengan permintaan customer. adapun diagram alir proses dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram Alir Proses Pembuatan Lid Cup  
(Sumber: PT. XYZ)

Berdasarkan Gambar 3.2 proses pembuatan *lid cup* mempunyai beberapa tahap. Tahapan yang pertama yaitu mempersiapkan mesin *vacuum forming* terlebih dahulu dengan menyalakan mesin serta memastikan jenis plastik roll *sheet* yang akan digunakan sudah bersih dan bebas dari cacat. Pasang cetakan (*male / positive mold*) *lid cup* yang sudah dirancang dengan presisi diatas meja vakum mesin, dan pastikan cetakan terpasang dengan kuat dan sesuai dengan spesifikasi mesin. Atur suhu pemanas infra merah atau elemen pemanas lainnya, waktu pemanasan, tekanan vakum dan waktu pendinginan sesuai dengan jenis dan ketebalan plastik, pastikan suhu yang diatur tepat agar tidak menyebabkan plastik terlalu lunak (meleleh) atau tidak cukup lunak untuk dibentuk. Kemudian pasang roll *sheet* yang akan digunakan pastikan ketebalan roll *sheet* sesuai dengan standar perusahaan, kemudian letakkan lembaran plastik diatas rangka penjepit (*clamping frame*) mesin. Aktifkan pemanas dan lembaran plastik akan mulai melunak secara perlahan saat mencapai suhu transisi gelasny. Setelah plastik mencapai kelunakan yang baik, meja cetakan akan bergerak naik atau rangka penjepit akan turun membawa lembaran plastik yang sudah lunak mendekat ke cetakan, pada saat yang bersamaan, pompa vakum akan menghisap udara keluar antara lembaran plastik dan cetakan, tekanan vakum dari atas akan mendorong

plastik kebawah, untuk mengikuti kontur dan bentuk cetakan *lid* secara presisi. Setelah plastik sepenuhnya menempel pada cetakan dan bentuk yang diinginkan, plastik akan didinginkan menggunakan pendingin air, proses pendinginan ini bertujuan untuk mengeraskan plastik sehingga *lid* cup tetap mempertahankan bentuknya setelah *lid* cup cukup dingin dan mengeras, tekanan vakum akan dilepaskan dan meja cetakan akan turun atau rangka penjepit akan naik, memungkinkan produk yang sudah jadi dilepaskan dari cetakan. Sebelum proses pemotongan atau *trimming lid* cup terlebih dahulu dilubangi dengan menggunakan pelubang atau *pouching* sesuai bentuk yang ditetapkan perusahaan, kemudian dilakukan pemotongan sisa plastik (*webbing*) menggunakan alat potong otomatis untuk mendapatkan bentuk *lid* cup yang rapi dan sesuai standar. Terakhir finishing, lakukan pemeriksaan visual pada setiap *lid* cup untuk memastikan tidak ada cacat seperti retakan, lipatan atau bentuk yang tidak sempurna. Produk yang tidak sesuai kualitas atau cacat akan dimasukkan kedalam mesin *crusher* yang kemudian akan disimpan dan digunakan kembali.

### C. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan percobaan dan analisis hasil pengujian. Jumlah variasi pada percobaan ini menggunakan 3 variasi parameter suhu heater. Pengujian yang dilakukan secara organoleptis

dengan masing- masing sampel dilakukan pengujian sebanyak tiga kali untuk menghasilkan data yang akurat dan valid.

#### 1. Studi Lapangan

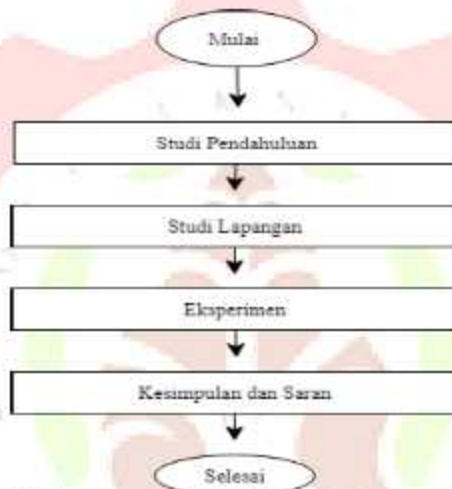
Studi lapangan dilakukan saat proses magang di PT.XYZ dalam mengumpulkan data yang kemudian digunakan untuk menentukan masalah pada tugas akhir. Adapun studi lapangan ini dilakukan dengan metode observasi, wawancara, dan percobaan. Metode observasi dan wawancara dilakukan saat proses magang di PT. XYZ dengan mengamati dan mencatat data yang perlu diambil, serta melakukan tanya jawab kepada quality control, packer, supervisor dan operator terkait defect pada produk dan cara penyelesaiannya. Metode eksperimen merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan percobaan atau proses trial yang bertujuan agar mendapatkan hasil berupa produk dan data yang sesuai.

#### 2. Literatur

Literatur merupakan jurnal ilmiah, buku, naskah tugas akhir dan bahan kepustakaan lainnya yang berkaitan dengan percobaan yang sedang dilakukan, digunakan sebagai sumber informasi dan referensi dalam pembuatan tugas akhir ini. Adapun literatur ini merupakan metode yang digunakan untuk memperkuat dalam penulisan tugas akhir ini.

#### D. Metode Penyelesaian Tugas Akhir

Metode penyelesaian tugas akhir dilakukan untuk menanggulangi adanya cacat produk pada *lid cup* berupa cacat melipat yang dilakukan dengan menentukan parameter proses pemanasan terbaik. Adapun diagram alir metode penyelesaian tugas akhir dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Metode Pelaksanaan Tugas Akhir  
(Sumber: PT.XYZ)

Berdasarkan Gambar 3.3 Metode pelaksanaan tugas akhir mempunyai beberapa tahapan sebagai berikut:

##### a. Studi pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari literatur, artikel ilmiah, buku, jurnal dan sumber lain yang relevan untuk merumuskan tujuan tugas akhir.

b. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan saat proses observasi di PT. XYZ dalam mengumpulkan data yang kemudian digunakan untuk menentukan masalah pada tugas akhir.

c. *Trial*

*Trial* merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan percobaan yang bertujuan agar mendapatkan hasil serupa produk yang sesuai.

d. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan pernyataan akhir yang disusun berdasarkan rangkuman atau hasil analisis yang telah dikaji sebelumnya. Kesimpulan berfungsi untuk merangkum temuan utama dari hasil tugas akhir atau pembahasan, memberikan jawaban atas pertanyaan didalam tugas akhir, serta menawarkan rekomendasi atau saran untuk tindakan lebih lanjut. Selain itu, kesimpulan dapat mencakup implikasi dari temuan tersebut dan refleksi terhadap keseluruhan proses atau argumen yang telah disajikan.