

**PENGARUH SUHU PADA MESIN *HOT PRESS* TERHADAP
KUALITAS *PLASTIC SHEET***

SKRIPSI

OLEH:

**TOMSON IRAWADI SIMARMATA
208130044**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 14/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)14/8/25

HALAMAN JUDUL

PENGARUH SUHU PADA MESIN *HOT PRESS* TERHADAP KUALITAS *PLASTIC SHEET*

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

OLEH:

TOMSON IRAWADI SIMARMATA
208130044

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengaruh Suito Pada Mesin Hol Press
Terhadap Kualitas Plattine Sheet
NPM : 208130044
Fakultas : Teknik Mesin

Disetujui Oleh

Komisi Pembimbing



Ir. Tino Hermanto, S.T., Msc., IPP.

Pembimbing



Dr. Eng. Supriyanto, S.T., M.T
Dekan



Dr. Swandi, S.T., M.T
Ka. Prodi

Tanggal Lulus:

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat— memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kuLip dari basil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah* dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang sayaperoleh dan sanksi — sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



'foms6n
Stmarmata
208130044

Iriwadi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Hivitas akademik (Jnivetsitns Metihtl saya yang lx:rtanda tangan
dlbawah İni:

| | |
|----------------|------------------------------|
| Numa | ' Tl)llşon Jruwadi Simamınla |
| Program Stildi | Teknik Meqin |
| Fakultas | Teknik |

Jeni5 Karyg Skripsi

Demi pengcmbnngam İlmü pengctuhıan, incnycnuyi untuk
mcmbrıkan kepada Unıvcrsıtas Medan Atea link Belm Roynllı
Nonekylusif (Non-evçlusıve Royalty-Free RI*hl) İllas kurya İlmıah saya
yang bcçudul d" Pncgaruh Suhu pada Mcsın 1101 Press terhadap
Kunlıtas Plasnc bescrtaA ıxrunğkat yang ada (İlka dıperluğanj dengan
Jlak Beha.q Royallı Non eksekşulısl' İni Unıvcrsıtas Mcdan Arca behak
mcnyınıpan, mcgalıh medıafforınal.kan. mcngclola dalam bentuk
pangkalan dntn (*database*), mcrawul, dan mcnpublikasıan tugas
akhir/sknpsıjıcsıg saya selama letap mcncanlumkan namu saya sebagai
penulıs/ıxcncıpta dan sebagai pemılık lük cıpm lü•mıkıan pemyataan İni
saya buat dncgan scbenar•bcıwrnyai

Medan, 12 April 2025

Yung mcnyat kan



(Tomson Irawadi Simarmata)

ABSTRAK

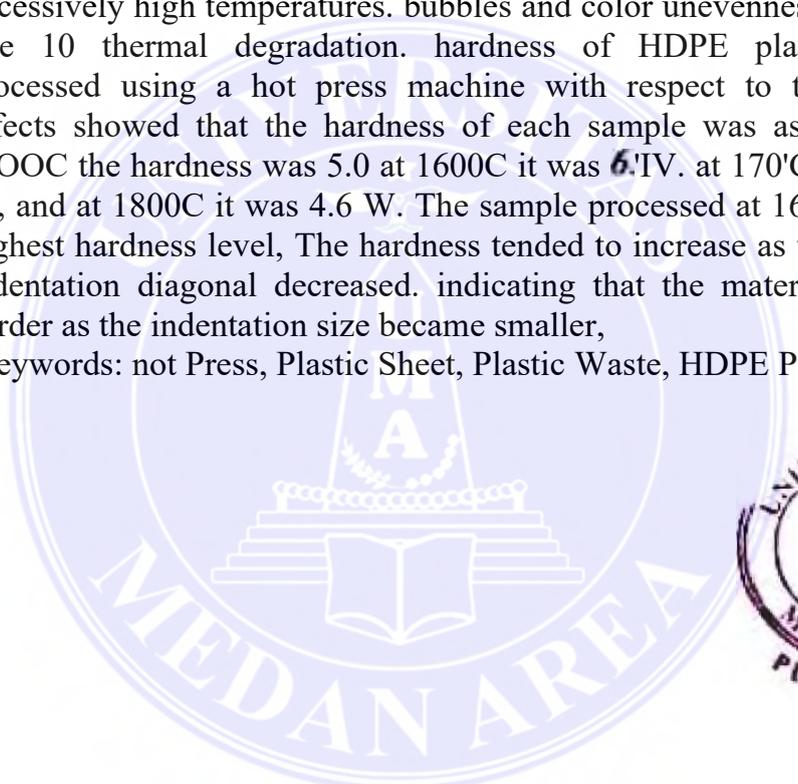
Penggunaan polimer dalam industri saat ini mengalami perkembangan yang sangat cepat. Ini karena polimer memiliki sifat yang ringan, biaya produksi yang rendah* tahan terhadap korosi dan memiliki suhu pemrosesan yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan seperti logam atau keramik. Plastik digunakan secara luas dalam kehidupan sehari-hari, sehingga penggunaannya di masyarakat modern meningkat dengan cepat. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan teknik analisis data observasi dan pengujian langsung. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu pada suhu rendah permukaan cenderung kasar dan warna tidak merata karena plastik sepenuhnya belum meleleh dan pada suhu lebih tinggi muncul gelembung dan ketidakrataan warna akibat degradasi termal. Kekerasan plastic sheet jenis HDPE yang diproses dengan mesin hot press dengan melihat pengaruh suhu yang terjadi diperoleh kekerasan dari setiap sampel yaitu pada suhu 1500C kekerasannya sebesar 5,0 HV. IOC sebesar 6.8 HV. 170°C sebesar W, 180°C sebesar HV. Sampel yang diproses pada suhu 160°C memiliki tingkat kekerasan paling tinggi. Kekerasan cenderung meningkat seiring dengan penurunan diagonal indentasi rata-rata, yang mengindikasikan material menjadi lebih keras saat ukuran indentasi semakin kecil

Kata Kunci: Hot Press, Sheet, Sampah Plastik, Plastik HDPE

ABSTRACT

The use of polymers in the industry have developed very rapidly. This is because polymers had lightweight properties, low production costs, corrosion resistance, and lower processing temperatures compared to materials such as metals or ceramics. Plastic was widely used in daily life, so its use in modern society increased rapidly. This research used a quantitative method with data analysis techniques through observation and direct testing. Results obtained from this research showed that at lower temperatures, the surface tended to be rough and the color uneven because the plastic had not completely melted, and excessively high temperatures, bubbles and color unevenness appeared due to thermal degradation. Hardness of HDPE plastic sheets processed using a hot press machine with respect to temperature effects showed that the hardness of each sample was as follows: at ISOOC the hardness was 5.0, at 1600C it was 6.4, at 170C it was 5.5, and at 1800C it was 4.6. The sample processed at 160T had the highest hardness level. The hardness tended to increase as the average indentation diagonal decreased, indicating that the material became harder as the indentation size became smaller.

Keywords: Hot Press, Plastic Sheet, Plastic Waste, HDPE Plastic.



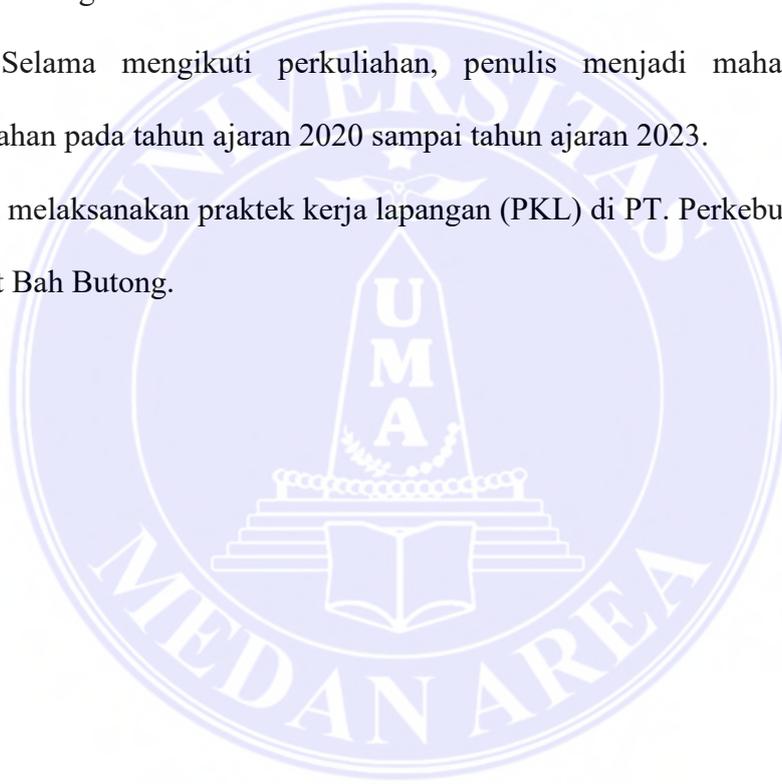
RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di LBN Binanga Pada Tanggal 01 Oktober 2001 dari ayah Herbin Simarmata dan ibu Rusli Sinurat. Penulis merupakan anak kelima dari enam bersaudara.

Tahun 2020 penulis lulus dari SMK Raksana1 dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi mahasiswa selama perkuliahan pada tahun ajaran 2020 sampai tahun ajaran 2023.

Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Bah Butong.



KATA PENGANTAR

Puji dilli syukuŪ ixnulis punjutkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasu atas segha karunia•Nya sehingga skipsi ini berhasil diselcsajkan, Judul yang dipilih dalam Fxnclitian ini adalah Pengaruh suhu pada Meşin Hot Presç terhadap kualitas Plusfic SheeŪ

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Tino Herrnanto, ST. M,Sc selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran, Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah saya Ilcrbin Simarmata dan Ibu saya Rusli Sinurat, sena seluruh kcluarga atas segala doa dan pevhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir/skripsi ini masih memiliki kekurangan. oleh karena İlu kritik dan saran yang bersifat membangun sangal penulis harapkan demi kesempumaan tugas akhirkripsi ini. Penulis bcrharap tugas akhir/skripsi ini dapat bermanfaat bŪik unluk kalangan Pendidikan maupun masyarakat,, Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis,



Tomson irawadi Simarmata

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI | iv |
| ABSTRAK | v |
| RIWAYAT HIDUP | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR NOTASI | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Hipotesis Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penaeletian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Plastik | 4 |
| 2.2 Densitas Bahan | 8 |
| 2.3 Mesin Hot Press | 9 |
| 2.4 Variasi Suhu | 12 |
| 2.5 Kualitas <i>Plastic Sheet</i> | 28 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 31 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 31 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 32 |
| 3.3 Metodologi Penelitian | 35 |
| 3.4 Populasi dan Sampel | 35 |
| 3.5 Prosedur Kerja | 36 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 38 |
| 4.1 Hasil | 38 |
| 4.2 Pembahasan | 42 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN | 47 |
| 5.1 Simpulan | 47 |
| 5.2 Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Nomor kode plastik | 7 |
| Gambar 2.2. Mesin <i>Hot Press</i> | 11 |
| Gambar 2.3. <i>Hydraulic Hot Press</i> | 12 |
| Gambar 2.4. <i>Pneumatic Hot Press</i> | 13 |
| Gambar 2.5. <i>Multi-Daylight Hot Press</i> | 13 |
| Gambar 2.6. Termometer Merkuri | 15 |
| Gambar 2.7. Termometer Digital | 15 |
| Gambar 2.8. Termometer Inframerah (IR) | 16 |
| Gambar 2.9. Termokopel | 16 |
| Gambar 2.10. Termistor | 17 |
| Gambar 2.11. Termometer Gas | 17 |
| Gambar 2.12. Pengukur Suhu Jenis Bimetal | 18 |
| Gambar 3.1. Plastik | 33 |
| Gambar 3.2. Mesin <i>Hot Press</i> | 34 |
| Gambar 3.3. Kontroler Suhu | 35 |
| Gambar 3.4. <i>Logger Suhu</i> | 35 |
| Gambar 3.5. Laptop / <i>PC</i> | 36 |
| Gambar 3.6. Diagram Alir Penelitian | 38 |
| Gambar 4.1. Hasil Pembuatan <i>Plastic Sheet</i> | 39 |
| Gambar 4.2. Sampel uji kekerasan <i>plastic sheet</i> | 41 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.2. Temperatur Leleh Plastik | 6 |
| Tabel 2.3. Jenis Plastik, Kode dan Penggunaannya | 9 |
| Tabel 3.2. Jadwal Tugas Akhir | 32 |
| Tabel 4.2. Sampel <i>Plastic Sheet</i> | 40 |
| Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kekerasan | 42 |



DAFTAR NOTASI

| | | |
|------------|---|---|
| ρ | = | massa jenis (g/cm^3) |
| M | = | massa benda (g) |
| V | = | volume (cm^3) |
| q_k | = | laju perpindahan panas dengan cara konduksi (<i>Watt</i>) |
| A | = | luas perpindahan panas (m^2) |
| ΔT | = | gradien suhu pada penampang (K) |
| X | = | jarak dalam arah aliran panas (m) |
| K | = | konduktivitas thermal bahan (W/m.K) |
| q_r | = | laju perpindahan panas dengan cara radiasi (<i>Watt</i>) |
| e | = | emitsansi permukaan kelabu |
| A | = | luas permukaan (m^2) |
| σ | = | konstanta dimensional ($0,174 \cdot 10^{-8} \text{ BTU/h ft}^2 \text{ }^\circ\text{C}$) |
| T_1 | = | Temperatur Benda kelabu (K) |
| T_2 | = | Temperatur Benda hitam yang mengelilinginya (K) |
| q | = | laju perpindahan panas dengan cara konveksi (<i>Watt</i>) |
| A_p | = | luas penampang (m^2) |
| T_w | = | Temperatur dinding (K) |
| T_f | = | Temperatur fluida (K) |
| h | = | koefisien perpindahan panas konveksi ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$) |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan polimer dalam industri saat ini mengalami perkembangan yang sangat cepat. Hal ini karena polimer memiliki sifat yang ringan, biaya produksi yang rendah, tahan terhadap korosi, dan memiliki suhu pemrosesan yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan seperti logam atau keramik. Plastik merupakan salah satu jenis polimer yang terdiri dari rantai panjang atom yang saling terhubung. Secara umum, polimer sering dicampur dengan bahan lain untuk meningkatkan sifat-sifatnya, dan ini dikenal sebagai material komposit. Untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dalam polimer, seperti kekuatan, kekakuan, dan ketahanan terhadap api, biasanya ditambahkan bahan pengisi (Hamzah Arifin Sinambela, 2018).

Plastik digunakan secara luas dalam kehidupan sehari-hari, sehingga penggunaannya di masyarakat modern meningkat dengan cepat. Hal ini disebabkan oleh keunggulan plastik, seperti kekuatannya, ringan, dan stabilitasnya. Namun, plastik memiliki kelemahan karena sulit terurai oleh mikroorganisme di lingkungan. Sebagian besar plastik yang digunakan oleh masyarakat adalah jenis polipropilena (PP). *Polypropylene* menjadi salah satu jenis plastik yang paling umum digunakan karena memiliki sifat mekanis yang baik, massa jenis rendah, ketahanan terhadap panas dan kelembapan, serta stabilitas dimensi yang baik. Bahan plastik yang paling sering digunakan dalam

industri pembuatan produk baik skala pabrik ataupun skala kecil seperti umkm, dan pencetakan bahan tersebut sangat di perlukannya mesin *Hot Prees* sebagai alat produksi (Zulham Arif, 2023).

Berdasarkan hasil survei lapangan, ditemukan adanya masalah pada mesin cetak hot press manual. Salah satu masalah yang dihadapi adalah proses penekanan pada bidang kerja yang masih dilakukan secara manual oleh tenaga karyawan. Penggunaan tenaga manusia untuk melakukan penekanan tersebut menyebabkan hasil yang tidak konsisten dan stabil. Akibatnya, proses ini memakan lebih banyak waktu, tenaga, dan menurunkan efisiensi kerja, sehingga produktivitas tidak optimal. Dari survei tersebut juga diperoleh informasi tentang cara meningkatkan kualitas emboss agar lebih baik (Febryant Erdhi Nakula, 2013).

Penelitian ini berkaitan dengan analisis pengaruh temperatur dan durasi pengepresan pada mesin Hot Press terhadap kualitas hasil cetakan. Mesin Hot Press yang digunakan memiliki pengatur temperatur yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan panas pengguna, sementara pencatatan waktu dilakukan secara manual. Beberapa sampel hasil pengepresan disajikan untuk mengevaluasi bagaimana temperatur dan durasi pengepresan memengaruhi hasil cetakan produk yang terbuat dari bahan tertentu (Sigit Kurniawan, 2018).

Maka dari latar belakang permasalahan diatas penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Variasi Suhu Pada Mesin *Hot Press* Terhadap Kualitas *Plastic Sheet*”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah dikemukakan, maka perumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana menganalisis pengaruh suhu pada mesin *hot press* dapat mempengaruhi sifat fisik dan kekerasan produk *plastic sheet* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh suhu pada mesin *hot press* yang dapat mempengaruhi sifat fisik dan kekerasan produk *plastic sheet*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah analisis pengaruh suhu mesin *hot press* terdapat pengaruh yang signifikan dan diharapkan suhu yang optimal sekitar 95% untuk menghasilkan *plastic sheet* dengan kualitas baik.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Manfaat teoritis penelitian ini adalah untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang pengaruh suhu pada mesin *hot press* terhadap sifat fisik dan kekerasan *plastic sheet* jenis HDPE. Informasi ini dapat digunakan untuk mengembangkan teori-teori terkait dengan pembuatan *plastic sheet*.

2. Manfaat praktis

Manfaat praktis penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada para produsen *plastic sheet* tentang pengaruh suhu pada mesin *hot press* terhadap

kualitas *plastic sheet*. Informasi ini dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas plastik sheet yang dihasilkan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

Secara umum, plastik memiliki densitas rendah, bersifat sebagai isolator listrik, memiliki kekuatan mekanis yang bervariasi, ketahanan terhadap suhu yang terbatas, serta ketahanan kimia yang berbeda-beda. Selain itu, plastik juga ringan, mudah dalam perancangan, dan memiliki biaya produksi yang rendah. Namun, di balik keunggulannya, limbah plastik menimbulkan masalah lingkungan. Hal ini disebabkan oleh sifat plastik yang tidak dapat terurai secara alami di dalam tanah. Plastik merupakan polimer dengan rantai panjang atom yang terikat satu sama lain. Rantai ini terdiri dari banyak unit molekul berulang yang disebut "monomer". Plastik saat ini menjadi bahan utama dalam kemasan.

Plastik dibagi menjadi dua kategori utama berdasarkan pertimbangan ekonomi dan kegunaannya, yaitu plastik komoditi dan plastik teknik. Plastik komoditi memiliki karakteristik volume produksi yang besar dan harga yang murah, sering digunakan untuk produk sekali pakai, sedangkan plastik teknik memiliki sifat mekanis yang unggul dan daya tahan yang baik. Konsumsi plastik teknik di dunia pada akhir tahun 80-an mencapai sekitar $1,5 \times 10^9$ kg per tahun, di mana jenis seperti poliamida, polikarbonat, asetal, poli (fenilena oksida), dan poliester mendominasi 99% dari pasar.

Salah satu jenis plastik adalah *Polyethylene* (PE). *Polyethylene* dibagi berdasarkan massa jenisnya menjadi dua kategori, yaitu Low Density

Polyethylene (LDPE) dan High Density Polyethylene (HDPE). LDPE memiliki massa jenis antara 0,91-0,94 g/mL, dengan struktur yang setengah kristalin (50-60%) dan titik leleh 115°C. Sedangkan HDPE memiliki massa jenis lebih besar, yaitu 0,95-0,97 g/mL, dengan kristalinitas tinggi (sekitar 90%) dan titik leleh di atas 127°C (beberapa jenis mencapai 135°C).

Temperatur leleh pada setiap jenis plastik berbeda- beda. Dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Temperatur Leleh Plastik

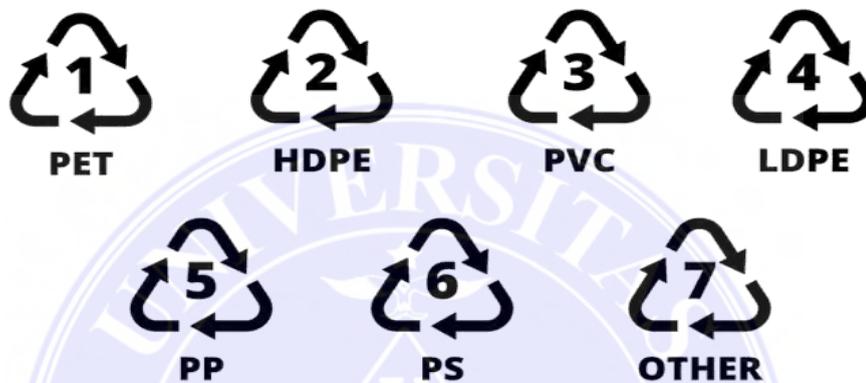
| No | Material | Titik leleh (°C) |
|----|----------------------|------------------|
| 1 | ABS | 180 – 240 |
| 2 | <i>Acetal</i> | 185 – 225 |
| 3 | <i>Acrylic</i> | 180 – 250 |
| 4 | <i>Nylon</i> | 260 – 290 |
| 5 | <i>Poly Carbonat</i> | 280 – 310 |
| 6 | LDPE | 160 – 240 |
| 7 | HDPE | 160 – 280 |
| 8 | PP | 200 – 300 |
| 9 | PS | 180 – 260 |
| 10 | PET | 100 – 180 |

2.1.1 Jenis Jenis Plastik

Plastik dapat dibagi menjadi dua jenis: termoplastik dan termoset. Termoplastik adalah bahan plastik yang meleleh dan dapat dibentuk menjadi bentuk yang diinginkan bila dipanaskan hingga suhu tertentu. Duroplast, sebaliknya, mengacu pada plastik yang, setelah dipadatkan, tidak akan meleleh lagi meskipun dipanaskan.

2.1.2 Polimer Termoplastik

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, termoplastik termasuk jenis yang dapat didaur ulang. *Rephrase* Untuk memudahkan identifikasi dan penggunaan, jenis plastik daur ulang diberi kode dalam bentuk angka. Bisa dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1. Nomor kode plastik

PETE atau PET (*polyethylene terephthalate*) biasa digunakan untuk botol plastik bening seperti botol air mineral dan botol minuman lainnya. Botol dan produk yang terbuat dari plastik ini hanya boleh digunakan satu kali, karena penggunaan berulang kali dapat memasukkan partikel berbahaya ke dalam bahan, yang dapat menyebabkan kanker dalam jangka panjang (Randi Fernandes, 2022). Setiap jenis plastik memiliki sifat-sifat khusus yang membuatnya cocok untuk aplikasi tertentu. Pemilihan plastik yang tepat bergantung pada kebutuhan spesifik dari aplikasi, seperti kekuatan, fleksibilitas, ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia, serta biaya.

1. HDPE (*High Density Polyethylene*) mempunyai sifat bahan yang kuat dan keras serta tahan terhadap suhu tinggi. Bahan yang sering digunakan untuk botol susu putih, *Tupperware*, air mineral liter, dan sebagainya.

2. PVC (*polivinil klorida*) merupakan plastik yang sulit didaur ulang. Plastik ini dikemas dalam kemasan plastik.
3. LDPE (*low-density polietilen*) sering digunakan dalam kemasan makanan, kemasan plastik, dan botol. Barang dengan jenis kabel ini dapat didaur ulang dan cocok untuk barang dengan fleksibilitas dan stabilitas tinggi. Meski merupakan bahan yang sulit pecah, namun cocok untuk wadah makanan karena tidak menimbulkan reaksi kimia dengan makanan kemasan.
4. PP (*polypropylene*) berwarna putih dan tidak transparan, namun memiliki ciri khas yang berkilau. *Polypropylene* lebih kuat dan ringan, memiliki permeabilitas uap yang lebih rendah, tahan terhadap minyak, dan stabil pada suhu tinggi.
5. PS (*polystyrene*) sering digunakan sebagai bahan wadah makanan *styrofoam* dan wadah minuman sekali pakai. Jika makanan bersentuhan dengan bahan polistiren, makanan dapat bocor atau bahan stirena dapat tercampur ke dalam makanan. Styrine berbahaya bagi otak, mengganggu keseimbangan hormonal pada wanita, serta mempengaruhi reproduksi dan saraf.
6. Ada empat jenis dan tujuh jenis plastik lainnya: SAN (*styrene/acrylonitrile*), ABS (*acrylonitrile/butadiene/styrene*), PC (*polycarbonate*), dan nilon.

Setiap jenis plastik memiliki karakteristik unik yang membuatnya sesuai untuk aplikasi tertentu. Pemilihan plastik yang tepat tergantung pada kebutuhan spesifik dari aplikasi, termasuk kekuatan, ketahanan, fleksibilitas, dan biaya.

Penggunaan plastik berdasarkan jenisnya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2. Jenis Plastik, Kode dan Penggunaannya

| No. | Jenis Plastik | Penggunaan |
|-----|---|---|
| 1 | PET (<i>Polyethylene Terephthalate</i>) | Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sampat, botol obat, dan botol kosmetik. |
| 2 | HDPE (<i>High-Density Polyethylene</i>) | Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas dan botol kosmetik. |
| 3 | PVC (<i>Polyvinyl Chloride</i>) | Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo dan botol sambal. |
| 4 | LDPE (<i>Low-Density Polyethylene</i>) | Kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku dan berbagai macam plastik tipis lainnya. |
| 5 | PP (<i>Polypropylene atau Polypropene</i>) | Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak dan margarine |
| 6 | PS (<i>Polystyrene</i>) | Kotak CD, sendok dan garpu dari plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam dan tempat makan plastik transparan. |
| 7 | Other (O), jenis plastik lainnya selain dari no. 1 hingga 6 | Botol susu bayi, plastik kemasan, galon air minum, suku cadang mobil dan alat-alat rumah Tangga |

2.2 Densitas Bahan

Massa jenis, atau densitas, adalah ukuran massa per satuan volume suatu benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, semakin besar massa per satuan volumenya. Massa jenis rata-rata suatu benda dihitung dengan membagi total massa dengan total volumenya. Benda dengan massa jenis lebih tinggi (seperti besi) akan memiliki volume yang lebih kecil dibandingkan dengan benda lain dengan massa sama tetapi massa jenisnya lebih rendah (seperti air). Satuan massa jenis dalam SI adalah kilogram per meter kubik (kg/m^3) atau gram per sentimeter

kubik (g/cm^3). Massa jenis berguna untuk mengidentifikasi suatu zat, karena setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda, dan berapa pun massa atau volumenya, zat tersebut akan memiliki massa jenis yang konsisten. (Zulham Arif, 2023) Massa jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

$$\rho = \left(\frac{m}{V} \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana: ρ = massa jenis (g/cm^3)

m = massa benda (g)

V = volume (cm^3)

Satuan massa jenis dalam 'CGS [centi-gram-second]' adalah: gram per sentimeter kubik (g/cm^3). 1 g/cm^3 . Sebelum melakukan penjumlahan pada densitas kita harus mendapatkan nilai volume benda terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan 2.2 dibawah ini:

$$V_{\text{akhir}} - V_{\text{awal}} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana: V_{akhir} = Volume akhir

V_{awal} = Volume awal

2.3 Mesin Hot Press

Mesin *hot press* adalah perangkat industri yang digunakan untuk membentuk dan memproduksi lembaran plastik menggunakan panas dan tekanan. Proses ini biasanya terdiri dari beberapa tahap, antara lain memanaskan bahan plastik hingga mencapai keadaan lunak atau lentur, memasukkan bahan ke dalam cetakan atau *mold*, dan memberikan tekanan dan panas tinggi hingga membentuk lembaran bahan plastik yang diinginkan. Berikut adalah beberapa poin penting yang perlu dipahami tentang mesin *hot press* lembaran plastik:

1. Pemanasan
2. Cetakan atau *mold*
3. Tekanan tinggi
4. Pendinginan
5. Pengontrolan suhu dan Tekanan

Sistem mekanis di dalam mesin menggerakkan ram, yang ditransmisikan ke cetakan untuk menekan lembaran plastik, sehingga lembaran plastik dapat dibentuk dan dipotong tergantung pada kemampuan cetakan yang digunakan. Ada tiga jenis pengepres tergantung pada daya yang digunakan: pengepres manual, pengepres hidrolik, dan pengepres mekanis. Mesin *hot press* dirancang secara bertahap dan menggunakan tenaga dongkrak botol sebagai akurator press matras yang tekanannya diatur. Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan pembuatan desain mesin *hot press* (Febryant Erdhi Nakula, 2013). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2. Mesin *Hot Press*

2.3.1 Jenis-Jenis Mesin *Hot Press*

1. *Hydraulic Hot Press*

Mesin press hidrolik sering digunakan untuk memperbaiki komponen sepeda motor yang rusak, seperti cakram dan segitiga. Mesin ini berfungsi untuk meluruskan komponen yang bengkok akibat benturan tidak disengaja. Prinsip kerja mesin press hidrolik didasarkan pada Hukum Pascal, yang menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada cairan akan diteruskan secara merata ke segala arah. Komponen utama dari mesin ini meliputi piston, silinder, pipa hidrolik, serta beberapa komponen tambahan lainnya.



Gambar 2.3. *Hydraulic Hot Press*

2. *Pneumatic Hot Press*

Mesin press panas pneumatik adalah mesin yang menggunakan sistem udara bertekanan untuk memberikan tekanan pada material selama proses pengepresan. Mesin ini memanfaatkan kekuatan udara bertekanan untuk menghasilkan tekanan pada suhu tinggi, yang memungkinkan penyambungan atau perekat material secara efektif. Mesin press panas pneumatik sering digunakan dalam produksi massal karena mampu memberikan tekanan dengan cepat dan efisien pada material yang diproses. Mesin ini banyak diterapkan dalam industri

kayu, plastik, dan metalurgi untuk menghasilkan produk dengan kekuatan dan stabilitas lebih tinggi melalui kombinasi pemanasan dan kompresi udara.



Gambar 2.4. *Pneumatic Hot Press*

3. *Multi Daylight Hot Press*

Mesin penekan panas multi-daylight dirancang untuk memungkinkan penyatuan atau perekatan beberapa lapisan material secara bersamaan karena memiliki beberapa ruang, atau "daylight", di antara pelat pemanasnya. Mesin ini umumnya digunakan dalam industri seperti produksi panel kayu lapis atau produk sejenis, di mana proses menekan banyak lapisan material secara bersamaan sangat dibutuhkan. Penggunaan mesin multi-daylight hot press memungkinkan proses produksi menjadi lebih efisien dan produktif, terutama dalam aplikasi yang memerlukan penyatuan material secara simultan.



Gambar 2.5. *Multi-Daylight Hot Press*

2.4 Variasi Suhu

Variasi suhu merujuk pada perubahan atau fluktuasi suhu yang terjadi dalam suatu sistem atau lingkungan tertentu. Suhu sendiri adalah suatu ukuran dari tingkat panas atau kehangatan suatu objek atau medium, yang diukur dengan satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), atau Kelvin (K). Variasi suhu dapat terjadi karena berbagai faktor dan dapat diamati dalam berbagai konteks, seperti lingkungan alamiah, proses industri, atau percobaan laboratorium.

Suhu adalah ukuran yang menunjukkan tingkat panas atau dinginnya suatu objek atau zat. Ini merupakan salah satu parameter termal yang mengindikasikan sejauh mana suatu benda mengalami rangsangan panas, atau seberapa cepat atau lambat partikel-partikel di dalamnya bergerak.

Perubahan suhu dapat dihitung menggunakan rumus perbedaan suhu (ΔT), yang dihitung sebagai selisih antara suhu awal (T_1) dan suhu akhir (T_2). Rumus umumnya adalah:

$$\Delta T = T_2 - T_1 \dots \dots \dots (2.3)$$

Namun, perlu diingat bahwa untuk keperluan perhitungan tertentu, Anda mungkin perlu mempertimbangkan faktor konversi antara skala Celsius dan Fahrenheit:

$$T_F = \frac{9}{5} T_C + 32$$

$$T_C = \frac{5}{9} (T_F - 32)$$

Di mana T_F adalah suhu dalam Fahrenheit dan T_C adalah suhu dalam Celsius.

2.4.1 Macam-macam Alat pengukuran Suhu

Ada beberapa jenis alat pengukur suhu yang digunakan untuk mengukur

suhu dalam berbagai konteks dan aplikasi. Berikut adalah beberapa macam alat pengukur suhu yang umum digunakan:

1. Termometer Merkuri

Ini adalah termometer klasik yang menggunakan kolom merkuri untuk mengukur suhu. Meskipun masih digunakan dalam beberapa aplikasi, termometer merkuri cenderung digantikan oleh termometer digital karena kekhawatiran terkait dengan keamanan dan lingkungan.



Gambar 2.6. Termometer Merkuri

2. Termometer Digital

Termometer digital menggunakan sensor seperti termokopel atau termistor untuk mendeteksi perubahan suhu. Mereka memberikan pembacaan digital langsung dan sering kali lebih akurat dan mudah dibaca dibandingkan termometer konvensional.



Gambar 2.7. Termometer Digital

3. Termometer Inframerah (IR)

Termometer inframerah mengukur suhu permukaan tanpa kontak fisik. Mereka mendeteksi radiasi inframerah yang dipancarkan oleh benda dan mengubahnya menjadi pembacaan suhu. Cocok untuk mengukur suhu benda panas atau sulit dijangkau.



Gambar 2.8. Termometer Inframerah (IR)

4. Termokopel

Termokopel adalah perangkat yang menggunakan efek termoelektrik untuk mengukur suhu. Mereka terdiri dari dua jenis logam yang bertemu pada satu ujung dan menghasilkan tegangan yang bergantung pada perbedaan suhu.



Gambar 2.9. Termokopel

5. Termistor

Termistor adalah resistor yang nilainya berubah seiring perubahan suhu.

Ada dua jenis termistor: NTC (Negative Temperature Coefficient) yang resistansinya menurun dengan meningkatnya suhu, dan PTC (Positive Temperature Coefficient) yang resistansinya meningkat dengan meningkatnya suhu.



Gambar 2.10. Termistor

6. Termometer Gas

Termometer gas menggunakan karakteristik perluasan gas pada suhu yang berbeda untuk mengukur suhu. Salah satu contohnya adalah termometer gas hidrogen.



Gambar 2.11. Termometer Gas

7. Pengukur Suhu Jenis Bimetal

Pengukur suhu jenis bimetal mengandalkan perubahan bentuk dua logam yang disatukan bersama saat suhu berubah. Perubahan bentuk ini dapat digunakan untuk menggerakkan jarum yang menunjukkan suhu.



Gambar 2.12. Pengukur Suhu Jenis Bimetal

2.4.2. Pengaruh Suhu Mesin *Hot Press* Pada Plastik

Pengaruh suhu pada mesin hot press terhadap pembentukan plastik adalah faktor kritis yang memengaruhi proses produksi. Suhu yang tepat sangat penting untuk mencapai bentuk dan struktur plastik yang diinginkan. Mesin hot press menggunakan panas untuk melembutkan bahan plastik sehingga dapat dicetak atau dibentuk sesuai dengan mold yang diinginkan. Suhu yang optimal akan meningkatkan kelenturan plastik, mempermudah proses pembentukan, dan menghasilkan produk akhir dengan kualitas yang baik. Sebaliknya, suhu yang tidak tepat dapat menyebabkan cacat dalam bentuk produk dan bahkan merusak mesin hot press itu sendiri. Oleh karena itu, pengendalian suhu yang cermat merupakan aspek penting dalam mengoptimalkan proses pembentukan plastik menggunakan mesin *hot press*.

Suhu pada mesin hot press memiliki dampak yang signifikan pada proses pembentukan plastik. Peningkatan suhu dapat mempengaruhi viskositas dan elastisitas bahan plastik, yang pada gilirannya memengaruhi kemampuan pembentukan dan sifat akhir plastik sheet. Namun, suhu yang terlalu tinggi atau rendah bias mengakibatkan masalah seperti Deformasi, kehilangan kekuatan, atau bahkan kerusakan pada bahan plastic. itu sebabnya. Penting untuk memahami

parameter suhu yang optimal untuk setiap jenis plastic dan proses produksi.

Pengaruh suhu pada mesin hot press terhadap pembentukan plastik merujuk pada dampak suhu terhadap proses cetakan dan pembentukan produk plastik menggunakan mesin hot press. Suhu memiliki peran krusial dalam mengatur kelembutan dan plastisitas bahan plastik sehingga dapat disesuaikan dengan desain mold yang diinginkan. Proses ini bertujuan untuk mencapai hasil akhir yang berkualitas dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Suhu pada mesin hot press memainkan peran kunci dalam mengubah sifat fisik bahan plastik. Peningkatan suhu dapat melembutkan plastik, membuatnya lebih lentur, dan memudahkan untuk diubah bentuk sesuai dengan cetakan. Sebaliknya, suhu yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kesulitan dalam proses pembentukan, menghasilkan produk akhir yang kurang presisi dan mungkin memiliki cacat struktural. Pengendalian suhu pada mesin hot press menjadi faktor utama dalam mencapai efisiensi dan konsistensi dalam produksi plastik.

Pemahaman yang baik terhadap pengaruh suhu memungkinkan operator untuk mengatur kondisi termal sesuai dengan jenis plastik yang digunakan dan spesifikasi produk yang diinginkan. Dengan demikian, suhu pada mesin hot press memiliki dampak signifikan terhadap kualitas dan karakteristik akhir dari produk plastik yang dihasilkan.

a). Pengaruh Temperatur Terhadap Ukuran Kristal Film PVDF

Polimorf yang paling umum dihasilkan selama kristalisasi dari pelelehan adalah dalam bentuk fase- α , yang pada dasarnya adalah satu-satunya kristal yang didapatkan sampai mencapai temperatur 150⁰C. Kinetika kristalisasi itu sendiri telah dipelajari oleh Gianotti dan kawan-kawan (1973) pada kisaran temperatur

147⁰C – 165⁰C , Nakamura dan kawan-kawan (1975) pada temperatur antara 148⁰C - 155⁰C dan Mancarella dan Martuscelli (1977) pada temperatur 134⁰C dan 149⁰C, serta Gomez dan kawankawan (2010) pada temperatur 80 ⁰C – 140 ⁰C. Ketergantungan volume spesifik kristal dan amorf pada temperatur telah dipelajari secara sistematis oleh Nakagawa dan Ishida (1973) [9], dan telah menjelaskan hubungan temperatur dengan volume spesifik (volume per massa) kristal PVDF dari Persamaan (1) dan (2). Berdasarkan Persamaan (1) dan (2) terlihat bahwa volume spesifik kristal PVDF bertambah dengan bertambahnya temperatur. Dalam eksperimen ini sampel film PVDF yang dihasilkan adalah untuk temperatur 130⁰C sampai dengan 150⁰C.

$$\bar{v}_c = 0.7 \times 10^{-4} T + 4 \times 10^{-7} T^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

Dan

$$\bar{v}_c = 0.589 + 3.6 \times 10^{-4} T + 4 \times 10^{-7} T^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

Sementara itu, ukuran kristal dari sampel film PVDF ditentukan dengan menggunakan persamaan Scherrer :

$$B_{crystallite} = \frac{k\lambda}{L \cos \theta} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana λ adalah panjang gelombang sinar-x, θ adalah sudut Bragg yang digunakan, L adalah "rata-rata" ukuran kristal yang diukur arah tegak lurus terhadap permukaan spesimen, dan k adalah konstanta. Persamaan umumnya dikenal sebagai persamaan Scherrer dan diturunkan berdasarkan pada ukuran seragam. Persamaan ini sering digunakan untuk memperkirakan ukuran kristal dari kedua bahan kubik dan nonkubik. Konstanta k telah ditentukan bervariasi

antara 0,89 dan 1,39, tetapi biasanya diambil asumsi bahwa $k = 1.0$ yang umumnya bisa dibenarkan (Dedy Setiawan, 2015).

2.4.3 Proses Pembentukan *Plastic Sheet* Mesin *Hot Press*

Proses Pembentukan *Plastic Sheet* pada Mesin *Hot Press* Proses pembentukan *plastic sheet* pada mesin *hot press* melibatkan beberapa langkah, termasuk pemanasan bahan plastik hingga mencapai titik lelehnya, penempatan dalam cetakan, dan pemberian tekanan untuk membentuk lembaran plastik sesuai dengan desain yang diinginkan. Ada pun langkah-langkah proses pembuatan *plastic sheet* pada mesin hot press sebagai berikut;

1. Persiapan Bahan Baku; Bahan baku *plastic* dalam bentuk lembaran atau serpihan dipersiapkan untuk proses pembentukan.
2. Penempatan Bahan Baku; Lembaran plastik ditempatkan diantara dua cetakan mesin hot press. cetakan ini bisa memiliki bentuk sesuai dengan produk akhir yang diinginkan.
3. pemanasan: Mesin *hot press* memanaskan cetakan dan bahan baku plastic. pemanasan ini bertujuan untuk melembutkan *plastic* agar dapat diubah bentuknya.
4. Penekanan: Setelah mencapai suhu yang tepat, mesin akan menekan dua cetakan bersamaan, meratakan dan membentuk *plastic* sesuai dengan desain cetakan.
5. Pemasatan: Selama proses penekanan, plastic juga mengalami pemasatan untuk memastikan kepadatan yang seragam dan kekuatan produk akhir.
6. Pendinginan: Produk *plastic* yang telah dibentuk tetap berada dalam cetakan untuk tetap berada dalam cetakan untuk mendingin dan

mempertahankan bentuknya.

7. Pemisahan Produk: Setelah proses pendingin, cetakan dibuka, dan produk plastic sheet dapat dikeluarkan. Produk ini kemudian siap untuk digunakan atau diproses lebih lanjut.

2.4.4. Rumus Pengaruh Suhu

Suhu adalah ukuran atau tingkat panas dan dinginnya suatu benda atau sistem. Suhu didefinisikan sebagai besaran fisika yang dimiliki bersama oleh dua atau lebih benda yang berada dalam kesetimbangan termal. Ketika panas mengalir dari atau ke suatu benda, suhu benda tersebut akan turun jika kehilangan panas, atau naik jika menyerap panas. Namun, hubungan antara panas dan suhu tidak konstan, karena peningkatan suhu akibat penyerapan panas tergantung pada kapasitas panas (heat capacity) benda tersebut. Benda yang memiliki suhu tinggi dianggap panas, sedangkan benda yang dingin memiliki suhu rendah.

Perubahan suhu pada benda, baik menjadi lebih panas atau lebih dingin, sering kali disertai dengan perubahan bentuk atau wujudnya. Misalnya, air dapat berubah menjadi es batu atau uap air tergantung pada pengaruh panas atau dingin. Jika es batu dipanaskan, ia akan mencair menjadi air, dan jika terus dipanaskan hingga titik didih, air akan mendidih dan berubah menjadi uap air atau gas. Sebaliknya, jika uap air didinginkan, ia akan kembali menjadi cairan, dan jika didinginkan lebih jauh hingga titik beku, air akan membeku menjadi es.

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu suatu benda. Alat ini berfungsi dengan memanfaatkan perubahan sifat termometrik dari suatu bahan ketika mengalami perubahan suhu. Perubahan sifat termometrik ini menunjukkan adanya perubahan suhu, dan dengan melakukan kalibrasi terhadap

sifat termometrik yang terukur, suhu benda dapat dinyatakan secara kuantitatif.

Tidak semua sifat termometrik dapat digunakan untuk membuat termometer. Sifat termometrik yang dipilih harus teratur, artinya perubahan sifat tersebut harus berhubungan secara konsisten atau linier dengan perubahan suhu, sehingga skala termometer dapat dibuat lebih mudah dan memungkinkan pengukuran suhu yang akurat.

Berdasarkan sifat termometrik yang dimiliki, terdapat berbagai jenis termometer, termasuk termometer zat cair, termometer gas, termometer hambatan, termokopel, pirometer, dan termometer bimetal. Selain itu, termometer juga dibedakan berdasarkan cara pengukurannya, yaitu termometer analog dan termometer digital.

Untuk mengkuantifikasi hasil pengukuran suhu dengan menggunakan termometer, diperlukan angka dan skala tertentu. Penetapan skala yang paling penting adalah menentukan titik tetap bawah dan titik tetap atas sebagai acuan dalam pembuatan skala termometer. Titik tetap bawah biasanya ditetapkan pada titik beku air murni pada tekanan normal, yang merupakan suhu campuran antara es dan air. Sementara itu, titik tetap atas biasanya ditetapkan pada titik didih air murni, yaitu suhu ketika air mendidih pada tekanan normal.

Ada empat skala termometer yang umum digunakan: Celsius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin. Titik tetap bawah untuk skala Celsius dan Reamur ditetapkan pada 0°C dan 0°R , sedangkan untuk Fahrenheit ditetapkan pada 32°F . Ketiga skala ini mengambil titik beku air murni (titik lebur es) sebagai referensi untuk titik tetap bawah. Titik tetap atas untuk ketiga skala ini berbeda: untuk Celsius ditetapkan pada 100°C , untuk Reamur pada 80°R , dan untuk Fahrenheit

pada 212°F , yang semuanya berdasarkan pada titik didih air murni pada tekanan normal.

Pada skala Kelvin, titik tetap bawah setara dengan 273°K , sedangkan titik tetap atasnya setara dengan 373°K . Berbeda dengan skala lainnya, pada skala Kelvin, titik tetap bawah tidak didasarkan pada titik beku air, tetapi pada ukuran energi kinetik rata-rata molekul suatu benda.

Dalam konteks ini, nol Kelvin, yang juga dikenal sebagai nol mutlak, menunjukkan bahwa tidak ada suhu yang berada di bawah suhu ini. Ketika suhu mendekati nol mutlak, energi kinetik rata-rata partikel mencapai nilai minimum. Oleh karena itu, skala Kelvin sering disebut sebagai skala suhu mutlak atau skala suhu absolut, dan juga dikenal sebagai skala termodinamik. Kelvin adalah satuan standar SI untuk suhu.

Perpindahan panas didefinisikan sebagai proses transfer energi dari satu daerah ke daerah lain akibat perbedaan suhu antara kedua daerah tersebut, biasanya dari fluida yang memiliki temperatur lebih tinggi ke fluida dengan temperatur lebih rendah. Ada tiga cara utama perpindahan panas: konduksi, radiasi, dan konveksi.

Konduksi adalah proses di mana panas mengalir dari daerah dengan suhu tinggi ke daerah dengan suhu lebih rendah dalam satu medium (padat, cair, atau gas) atau antara dua medium yang bersinggungan langsung. Dalam konduksi, transfer energi terjadi melalui interaksi langsung antara molekul tanpa perpindahan molekul yang signifikan. Konduksi adalah satu-satunya mekanisme di mana panas dapat mengalir dalam zat padat yang tidak tembus cahaya. Meskipun konduksi juga terjadi dalam fluida, biasanya proses ini digabungkan

dengan konveksi, dan dalam beberapa kasus juga melibatkan radiasi. Persamaan dasar untuk konduksi satu dimensi dalam keadaan studi dapat ditulis:

$$q_k = -kA \frac{\Delta T}{x} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

q_k = laju perpindahan panas dengan cara konduksi (*Watt*)

A = luas perpindahan panas (m^2)

ΔT = gradien suhu pada penampang (K)

X = jarak dalam arah aliran panas (m)

K = konduktivitas thermal bahan (W/m.K)

Radiasi adalah proses dengan mana panas mengalir dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu rendah bila benda-benda itu terpisah di lama ruang, bahkan bila terdapat ruang hampa di antara benda-benda tersebut. Semua benda memancarkan panas radiasi secara terus-menerus. Intensitas pancaran tergantung pada suhu dan sifat permukaan. Energi radiasi bergerak dengan kecepatan cahaya (3×10^8 m/s) dan gejala-gejalanya menyerupai radiasi cahaya. Memang menurut teori elektromagnetik, radiasi cahaya dan radiasi thermal hanya berbeda dalam panjang gelombang masing-masing. Untuk mengitung besarnya panas yang dipancarkan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$q_r = eA\sigma (T_1^4 - T_2^4) \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

q_r = laju perpindahan panas dengan cara radiasi (*Watt*)

e = emitansi permukaan kelabu

A = luas permukaan (m^2)

σ = konstanta dimensional ($0,174 \cdot 10^{-8}$ BTU/h ft² °C)

T_1 = Temperatur Benda kelabu (K)

T_2 = Temperatur Benda hitam yang mengelilinginya (K)

Konveksi adalah proses transportasi energi yang melibatkan kombinasi kerja konduksi panas, penyimpanan energi, dan gerakan campuran. Proses ini sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan fluida (cair atau gas). Perpindahan energi melalui konveksi dari permukaan yang suhunya lebih tinggi dibandingkan fluida sekitarnya terjadi dalam beberapa tahap.

Pertama, panas mengalir melalui konduksi dari permukaan ke partikel-partikel fluida yang berdekatan. Energi yang berpindah dengan cara ini akan meningkatkan suhu dan energi partikel-partikel fluida tersebut. Selanjutnya, partikel-partikel yang terpanaskan akan bergerak menuju daerah yang lebih dingin dalam fluida, bercampur dengan partikel lainnya, dan memindahkan sebagian energinya ke partikel-partikel fluida tersebut. Dalam hal ini, aliran energi dan fluida terjadi secara bersamaan.

Energi disimpan dalam partikel-partikel fluida dan dipindahkan sebagai akibat gerakan massa partikel-partikel tersebut. Mekanisme konveksi tidak hanya bergantung pada perbedaan suhu, sehingga tidak sepenuhnya memenuhi definisi perpindahan panas. Namun, hasil akhirnya adalah transportasi energi yang terjadi sejalan dengan gradien suhu, sehingga dapat digolongkan sebagai cara perpindahan panas, dikenal sebagai aliran panas melalui konveksi.

Perpindahan panas secara konveksi antara batas benda padat dan fluida

melibatkan kombinasi konduksi dan transportasi massa. Jika permukaan benda memiliki temperatur lebih tinggi dari fluida, maka panas akan mengalir terlebih dahulu melalui konduksi dari benda padat ke partikel-partikel fluida di dekat permukaan. Energi yang dipindahkan secara konduksi ini meningkatkan energi dalam fluida dan diangkut oleh gerakan fluida. Ketika partikel-partikel fluida yang terpanaskan mencapai daerah dengan temperatur lebih rendah, panas akan kembali berpindah secara konduksi dari fluida yang lebih panas ke fluida yang lebih dingin. Laju perpindahan panas dengan cara konveksi antara suatu permukaan dan suatu fluida dapat dihitung dengan hubungan:

$$q = hA_p(T_w - T_f) \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

q = laju perpindahan panas dengan cara konveksi (*Watt*)

A_p = luas penampang (m^2)

T_w = Temperatur dinding (K)

T_f = Temperatur fluida (K)

h = koefisien perpindahan panas konveksi ($W/m^2.K$)

Koefisien perpindahan panas konveksi, yang dilambangkan dengan (h), bervariasi tergantung pada jenis aliran (apakah laminar atau turbulen), sifat fisik fluida, temperatur rata-rata, serta mekanisme perpindahan panas konveksi itu sendiri. Banyak parameter mempengaruhi perpindahan panas konveksi dalam geometri tertentu. Parameter-parameter tersebut termasuk skala panjang sistem (L), konduktivitas termal fluida (k), kecepatan fluida (V), kerapatan (ρ), viskositas (μ), panas jenis (C_p), serta faktor lain yang terkait dengan cara pemanasan (seperti temperatur dinding yang seragam atau berubah-ubah).

Fluks kalor dari permukaan padat juga dipengaruhi oleh temperatur permukaan (T_w) dan temperatur fluida (T_f), di mana perbedaan suhu ($\Delta T = T_w - T_f$) biasanya dianggap penting. Namun, jika sifat-sifat fluida berubah secara signifikan di daerah konveksi, maka temperatur absolut T_w dan T_f dapat juga menjadi faktor penting dalam korelasi.

Ketika fluida mengalir di atas permukaan padat yang panas, energi dipindahkan dari dinding ke fluida melalui konduksi. Energi ini kemudian diangkut atau dikonveksikan ke hilir oleh fluida, dan didifusikan di dalam fluida melalui konduksi.

Jenis proses perpindahan energi ini disebut perpindahan panas konveksi. Jika aliran fluida diinduksi oleh pompa atau sistem sirkulasi lainnya, istilah yang digunakan adalah konveksi paksa (*forced convection*). Sebaliknya, jika aliran fluida terjadi akibat gaya apung yang disebabkan oleh pemanasan, proses ini disebut konveksi bebas (*free convection*) atau konveksi alami (*natural convection*).

Perpindahan panas konveksi dapat diklasifikasikan menjadi konveksi bebas dan konveksi paksa berdasarkan cara aliran fluida dihasilkan. Konveksi bebas terjadi akibat perbedaan suhu dan densitas tanpa adanya tenaga eksternal yang mendorongnya. Proses ini berlangsung karena adanya arus yang terbentuk oleh gaya apung, yang muncul dari perbedaan densitas fluida akibat gradien suhu. Contoh konveksi alami adalah aliran fluida yang mengalir di sekitar radiator panas.

Di sisi lain, konveksi paksa adalah perpindahan panas yang disebabkan oleh adanya tenaga dari luar. Proses ini dapat terjadi melalui aliran gas atau cairan

yang digerakkan oleh peralatan mekanik, seperti pompa atau pengaduk, sehingga arus fluida tidak hanya bergantung pada perbedaan densitas. Contoh konveksi paksa termasuk pelat panas yang dihembuskan udara dengan kipas atau blower.

Secara umum, aliran fluida dapat dikategorikan sebagai aliran eksternal dan aliran internal. Aliran eksternal terjadi ketika fluida bersentuhan dengan permukaan benda. Contohnya adalah aliran fluida melintasi plat atau melintang pipa. Aliran internal adalah aliran fluida yang dibatasi oleh permukaan zat padat, misalnya aliran dalam pipa/saluran (Idawati Supu, 2016).

2.5 Kualitas *Plastic Sheet*

Kualitas *Plastic Sheet* dapat diukur dengan berbagai parameter, termasuk kekuatan tarik, ketebalan, transparansi, dan kekerasan. Variasi suhu pada mesin hot press dapat mempengaruhi sifat-sifat ini dan oleh karena itu, memengaruhi kualitas keseluruhan dari *plastic sheet* yang dihasilkan. Faktor-faktor tersebut dapat mencakup berbagai aspek, tergantung pada tujuan penggunaan *plastic sheet* tersebut dan spesifikasi produk yang diinginkan. Beberapa parameter umum yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas *plastic sheet* adalah sebagai berikut.

- a. Ketebalan (*Thickness*): Ketebalan *plastic sheet* penting untuk keberlanjutan dan kekuatan. Standar ketebalan dapat bervariasi tergantung pada aplikasi tertentu. Kekuatan Tarik
- b. (*Tensile Strength*): Kemampuan *plastic sheet* untuk menahan tekanan dan tegangan. Ini adalah indikator kekuatan material.
- c. Ketahanan terhadap Radiasi UV (*UV Resistance*): *Plastic sheet* yang baik harus tahan terhadap paparan sinar ultraviolet (UV) yang dapat

menyebabkan degradasi dan perubahan warna.

- d. Ketahanan terhadap Kimia (*Chemical Resistance*): Kemampuan *plastic* untuk menahan reaksi kimia dari zat-zat tertentu yang dapat merusak atau mengubah sifat material.
- e. Stabilitas Dimensi (*Dimensional Stability*): *Plastic sheet* seharusnya tidak mengalami perubahan ukuran atau bentuk yang signifikan di bawah pengaruh suhu atau kelembaban.
- f. Ketahanan terhadap Abrasi (*Abrasion Resistance*): Kemampuan *plastic* untuk menahan aus atau kerusakan akibat gesekan atau gesekan mekanis.
- g. *Retention*: Penting untuk *plastic sheet* yang digunakan dalam aplikasi Transparansi atau Kehilangan Warna (*Transparency or Color*) seperti penutup kaca atau penutup tanaman. Perubahan warna atau kejernihan dapat mempengaruhi penampilan dan kinerja.
- h. Ketahanan Terhadap Pecah (*Impact Resistance*): Kemampuan *plastic* untuk menahan pukulan atau benturan tanpa retak atau pecah.
- i. Ketahanan Terhadap Api (*Fire Resistance*): Bergantung pada aplikasi, *plastic sheet* mungkin perlu memiliki sifat tahan api tertentu.
- j. Ketahanan Terhadap Suhu (*Temperature Resistance*): *Plastic sheet* harus dapat menahan suhu ekstrem sesuai dengan kebutuhan aplikasi.
- k. Ketahanan terhadap Cuaca (*Weather Resistance*): *Plastic sheet* yang digunakan di luar ruangan harus tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem seperti hujan, salju, dan panas.
- l. Kemampuan Pemrosesan (*Processing Ability*): Termasuk kemudahan

dalam pemotongan, pembentukan, atau penyambungan (Gatot Eka Pramono, 2022).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah :

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

| Aktifitas | 2024 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|
| | Februari | | | | Maret | | | | April | | | | Juli | | | | Agus | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Pengajuan Judul | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Penulisan Proposal | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Seminar Proposal | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Proses Penelitian | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Pengolahan Data | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | |
| Penyelesaian Laporan | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Seminar Hasil Evaluasi dan persiapan Sidang | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| Sidang Sarjana | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

3.1.2 Tempat Penelitian

Lokasi penelitian dan proses pembuatan Mesin *Hot Press* akan dilaksanakan di Bengkel Star Mesin Jl. Menteng VII Gg. Wakaf No.10, Medan Tenggara, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Sumatera Utara 20227.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

1. Plastik

Plastik adalah suatu jenis polimer, material sintetis yang terbentuk dari rantai molekul panjang yang disebut polimer. Peroleh spesifikasi teknis dari bahan plastik yang digunakan dalam proses. Informasi ini termasuk toleransi suhu, titik lebur, dan karakteristik termal lainnya yang dapat mempengaruhi respons bahan terhadap variasi suhu.

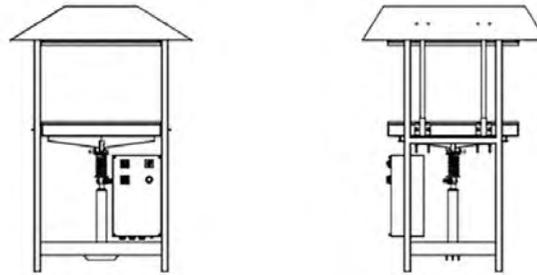


Gambar 3.1. Plastik

3.2.2 Alat

1. Mesin *Hot Press*

Mesin *hot press* adalah perangkat industri yang digunakan untuk membentuk dan memproduksi lembaran plastik menggunakan panas dan tekanan. Pada penelitian ini alat yang akan diteliti yaitu Mesin *hot press*.



Gambar 3.2. Mesin *Hot Press*

2. *Digital Micro-Vickers*

Mesin *Digital Micro Vickers* adalah alat pengujian kekerasan yang digunakan untuk mengukur kekerasan material dengan akurasi tinggi pada skala mikroskopis. Mesin ini menerapkan metode pengujian kekerasan Vickers, yang menggunakan indentasi berbentuk piramida berlian dengan sudut 136 derajat untuk menilai kekerasan material pada skala mikro.



Gambar 3.3. *Digital Micro-vickers*

3. Kontroler Suhu (*Temperature Controller*)

Kontroler Suhu (*Temperature Controller*) Kontroler suhu digunakan untuk mengatur dan mempertahankan suhu yang diinginkan. Kontroler ini biasanya

terhubung dengan sensor suhu dan dapat mengatur pemanas atau pendingin untuk menjaga suhu pada tingkat yang diinginkan.

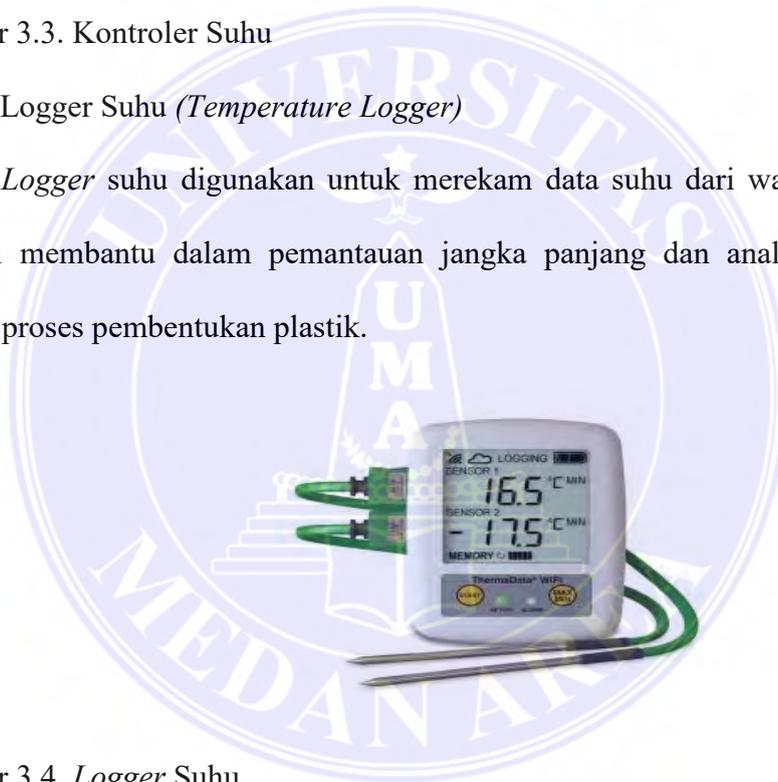


Gambar 3.3. Kontroler Suhu

4. *Logger Suhu (Temperature Logger)*

Logger suhu digunakan untuk merekam data suhu dari waktu ke waktu.

Hal ini membantu dalam pemantauan jangka panjang dan analisis tren suhu selama proses pembentukan plastik.



Gambar 3.4. *Logger* Suhu

5. *Laptop / PC*

Laptop adalah komputer pribadi yang dapat dipindahkan dan dibawa dengan mudah sehingga dapat digunakan di banyak tempat. Mayoritas laptop mempunyai fitur yang sama dengan komputer, seperti mampu menjalankan perangkat lunak dan mengelola berkas, Pada penelitian ini laptop digunakan untuk menjalankan *Software Excel* untuk membuat pengolahan data analisis.



Gambar 3.5. Laptop / PC

3.3 Metodologi Penelitian

Metode penelitian mengenai suhu pada mesin *hot press* terhadap kualitas *plastic sheet* harus dirancang secara sistematis untuk memahami dampak suhu terhadap proses pembentukan plastik. Penelitian ini menggunakan desain eksperimental untuk menguji pengaruh suhu pada mesin *hot press* terhadap kualitas *plastic sheet*. Validitas dan reliabilitas instrumen pengukuran akan diperhatikan untuk memastikan akurasi dan konsistensi data. Pastikan untuk menyesuaikan metode penelitian ini sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasinya yang mungkin berbeda tergantung pada lingkungan penelitian ini.

3.4 Populasi dan Sampel

Dalam penelitian "Pengaruh suhu pada mesin *Hot Press* terhadap Kualitas *Plastic Sheet*," populasi dan sampel yang diselidiki adalah produk *plastic sheet* yang diproduksi menggunakan mesin *hot press*. Jenis plastic yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik jenis HDPE.

3.5 **Prosedur Kerja**

Prosedur yang dilakukan penelitian di mulai dari pengecekan suhu temperature menggunakan alat ukur, mengetahui pengaruh kualitas plastik pada tempat penelitian, mengolah seluruh data yang sudah di dapatkan menggunakan *Software Excel* pada laptop. Berikut ini adalah prosedur pengumpulan data yang diperoleh dari riset ini.

1. Pengendalian Variabel

Untuk meminimalkan variabilitas, semua sampel diproses dengan parameter-parameter operasional mesin *hot press* yang konstan, kecuali suhu yang divariasikan.

2. Pembuatan *Plastic Sheet*

Pembuatan plastic sheet dengan suhu tetrtentu pada mesin *hot press* sesuai dengan desain penelitian, dan setiap tingkat diulang beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang konsisten.

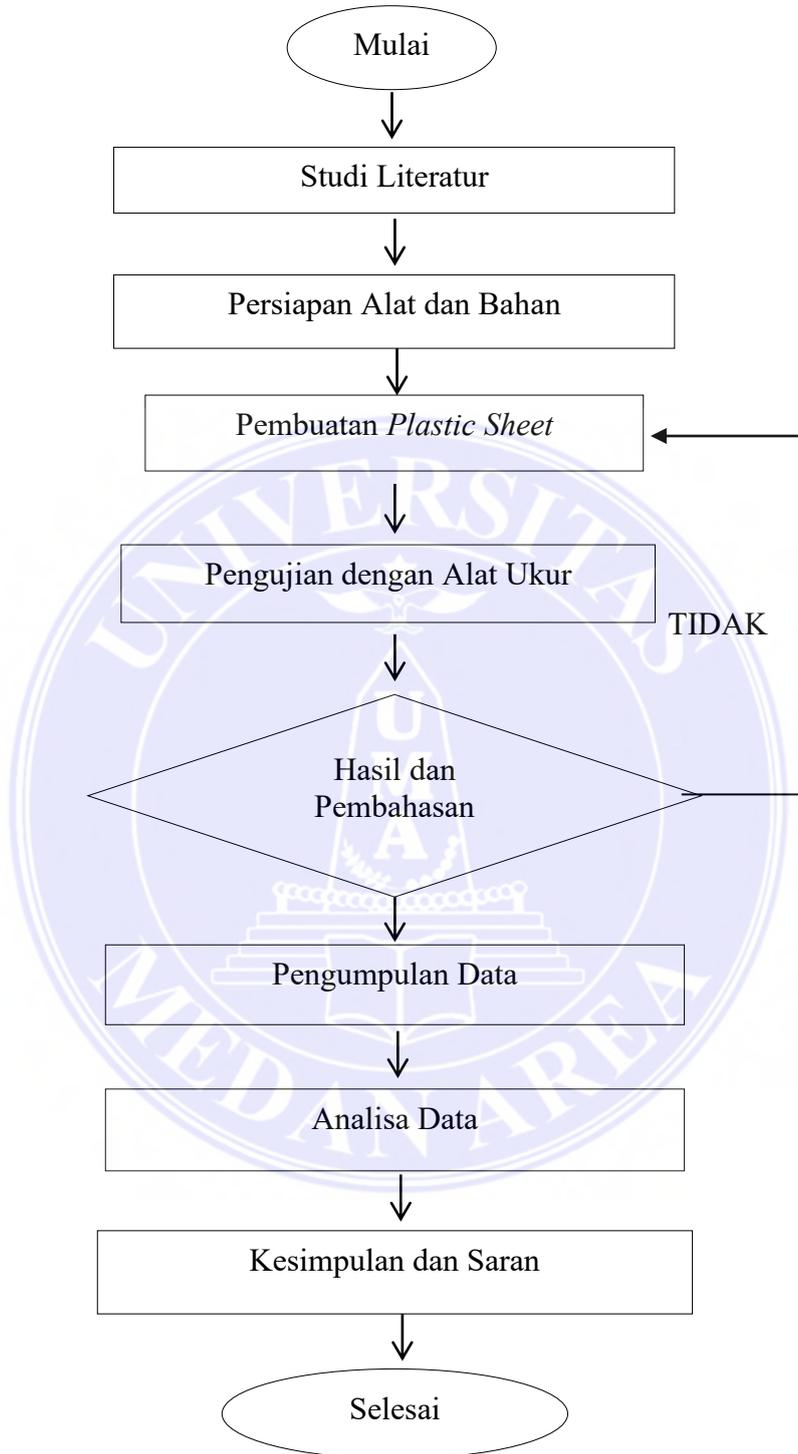
3. Analisis *Plastic Sheet*

Menganalisis pengaruh suhu terhadap sifat fisik, kekerasan, dan elastisitas *plastic sheet* yang dihasilkan oleh mesin *hot press*.

4. Pengumpulan Data

Data suhu dan parameter kualitas *plastic sheet* dicatat dengan cermat untuk setiap sampel.

3.5.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.6. Diagram Alir Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sifat fisik *plastic sheet* secara signifikan sangat dipengaruhi oleh suhu pada mesin *hot press*. Pada suhu rendah, permukaan cenderung kasar dan warna tidak merata karena plastik belum sepenuhnya meleleh dan pada suhu terlalu tinggi muncul gelembung dan ketidakrataan warna akibat degradasi termal.
2. Kekerasan *plastic sheet* jenis HDPE yang diproses dengan mesin *hot press* dengan melihat pengaruh suhu yang terjadi diperoleh kekerasan dari setiap sampel yaitu pada suhu 150°C kekerasannya sebesar 5,0 HV, 160°C sebesar 6,8 HV, 170°C sebesar 5,5 HV, 180°C sebesar 4,6 HV. Sampel yang diproses pada suhu 160°C memiliki tingkat kekerasan paling tinggi. Kekerasan cenderung meningkat seiring dengan penurunan diagonal indentasi rata-rata, yang mengindikasikan material menjadi lebih keras saat ukuran indentasi semakin kecil.

5.2 Saran

Saran yang ingin disampaikan penulis kepada pembaca mengenai penelitian ini adalah disarankan untuk melakukan eksperimen lanjutan dengan mempertimbangkan variasi tekanan dan waktu *hot pressing* agar mendapatkan hasil yang lebih komprehensif dan memungkinkan penyesuaian lebih lanjut untuk mencapai hasil yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

Arini Anestesia Purba. (2022). Analisis Penggantian Mesin Hot Press dengan Menggunakan Metode Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC) di PT Xyz. *8(2)*.

Dedy Setiawan. (2015, Oktober). Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Annealing Terhadap Ukuran Kristal Film PVDF. *4*, 1-3.

Febryant Erdhi Nakula. (2013). Rancang Bangun Mesin Cetak Hot Press Pneumatik. *JRM, 1(2)*, 6.

Gatot Eka Pramono. (2022, Maret). Pengaruh Variasi Jenis Plastik Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Wood Plastic Composite (WPC). *8(1)*, 9-16.

Hamzah Arifin Sinambela. (2018, September). Pengaruh Komposisi Pengisi Serta Tekanan Hot Press Terhadap Kekuatan Tarik Komposisi Poliester Berpengisi Partikel Zinc Oxide (ZnO). *Jurnal Teknik Kimia USU, 7(2)*, 40.

Idawati Supu. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material Yang Berbeda. *Jurnal Dinamika, 7(1)*, 62-73.

Junaidi. (2020). Pengembangan Alat Kempa Panas (Hot Press) Penekanan Dongkrak Hidrolik untuk Pembuatan Papan Komposit ukuran 25 cm x 25 cm. *SSN Media Elektronik, 13(1)*, 25-31.

Randi Fernandes. (2022). Analisa Variasi Suhu Tekan Panas Terhadap Sifat Fisis Dan Sifat Mekanik Pada Campuran Plastik Hdpe Dengan Serbuk Kayu. *12-17*.

Sigit Kurniawan. (2018). Pengaruh Temperatur dan Lama Pengepresan pada Alat Hot Press Pelepah Pisang. *Jurnal Inovator, 1(1)*, 1.

Zulham Arif. (2023). Analisis Variasi Komposisi Komposit Polipropilana/Karbon Aktif. *Document Accepted*, 4-13.

Hanifi, R. (2019). Rancang bangun mesin hotpress untuk pembuatan papan komposit berbasis limbah sekam padi dan plastik hdpe. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering, 2(1)*, 38-44.

Purba, A. A., Sunani, A., & Prabowo, I. P. D. A. S. (2022). Analisis Penggantian Mesin Hot Press dengan Menggunakan Metode Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC) di PT Xyz. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri, 8(2)*, 132-139.

Arendra, A., & Akhmad, S. (2017). Rancang Bangun Mesin Hot Press untuk Recycle Plastik Hdpe dan Karakterisasi Pengaruh Temperatur Pemanasan Waktu Pemanasan dan Temperatur Pembukaan terhadap Cacat Flashing Cacat Warpage dan Konsumsi Energi Pencetakan. *Rekayasa, 10(2)*, 108-115.

Pratiwi, L. M. (2018). Pengukuran nilai efektivitas mesin menggunakan overall equipment effectiveness (oe) pada mesin hot press fall board (studi kasus pt. Yamaha indonesia).

Nakula, F. E. (2014). Rancang Bangun Mesin Cetak Hot Press Pneumatik. *Jurnal Rekayasa Mesin, 1(02)*.

Firdaus, M. (2022). *Perancangan Mesin Hot Press Untuk Daur Ulang Plastik (HDPE)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).

Anwar, K., Bakri, B., Chandrabakty, S., & Naharuddin, N. (2024). Pelatihan Penggunaan Mesin Hot-Press untuk Daur Ulang Sampah Plastik di

- Bank Sampah Navoe Kelurahan Taipa. *Jurnal Abmas Negeri (JAGRI)*, 5(1), 9-18.
- Thohirin, M., Wisnaningsih, W., Pambudi, A., Santoso, A. B., & Hertanto, F. S. (2023). Rancang Bangun Mesin Press Kelapa Sawit Sederhana Menggunakan Sistem Hidrolik Kapasitas 15 Kg. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 8(1), 58-65.
- Siregar, A. J. (2021). *Desain Mesin Pencetak Briket Hidrolik Mekanik Berbasis Hot Press* (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Syaukani, M., Paundra, F., Qalbina, F., Arirohman, I. D., Yunesti, P., & Sabar, S. (2021). Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton. *Journal of Science, Technology, and Visual Culture*, 1(1), 29-34.
- Syaukani, M., Paundra, F., Qalbina, F., Arirohman, I. D., Yunesti, P., & Sabar, S. (2021). Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton. *Journal of Science, Technology, and Visual Culture*, 1(1), 29-34.
- Alfirdaus, A. A. M., Ashari, F., & Maghfiroh, A. M. R. (2023). Perancangan Alat Press Hidrolik Material Komposit. *Jurnal Teknik Industri*, 26(02), 11-22.
- Ardi, A., Haslinah, A., Habiba, S., & Anas, A. A. (2023). Rancang Bangun Modifikasi Alat Press Briket Sekam Dengan Sistem Hidrolik. *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 18(01), 11-15.
- Sari, K. I., & Nusa, A. B. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (High Density Polythylene) Sebagai bahan pembuatan paving block. *Buletin Utama Teknik*, 15(1), 29-32.
- Masyruroh, A., & Rahmawati, I. (2021). Pembuatan recycle plastik HDPE sederhana menjadi asbak. *ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 53-63.
- Soebandono, B., & As'at Pujianto, D. K. (2013). Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE. *Semesta Teknika*, 16(1).