

**PENERAPAN KONSEP FISIKA DALAM PROSES PRODUKSI  
POLYURETHANE FOAM DI CV. GESALUNDA FOAM**

**Laporan Studi Ekskursion**



**Disusun oleh:**

**Kelompok Fisika XI MIPA 6**

**Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam Kelas XI**

**SMA Katolik St. Louis 1**

**Surabaya**

**2022**

**PENERAPAN KONSEP FISIKA DALAM PROSES PRODUKSI  
POLYURETHANE FOAM DI CV. GESALUNDA FOAM**

Laporan Studi Ekskursi sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Nilai Kognitif dan Psikomotor  
Mata Pelajaran Fisika dan Bahasa Indonesia Kelas XI  
SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya



**Disusun oleh:**

**Kelompok Fisika XI MIPA 6**

**Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam Kelas XI**

**SMA Katolik St. Louis 1**

**Surabaya**


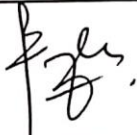
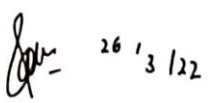
**2022**

## Halaman Pengesahan

Laporan Studi Ekskursi Bidang Studi Fisika berjudul "Penerapan Konsep Fisika dalam Proses Produksi *Polyurethane Foam* di CV. Gesalunda Foam" yang disusun oleh:


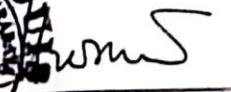
1. Axel Maynard / 28877 / 01
2. Brenda Yonathan / 28890 / 02
3. Esther Jane / 28981 / 06
4. Kenzo Wong Susanto / 29124 / 16
5. Kevin Evan Ko / 29127 / 17
6. Maria Catalina Suprana Halim / 29156 / 20
7. Michael Novanto Tedjokusuma / 29185 / 23
8. Pauline Jong Santoso / 29230 / 29
9. Tiffany Catherine Prasetya / 29272 / 32
10. Vincent Marvelino Pranoto / 29292 / 36

telah disetujui dan disahkan pada tanggal 26 Maret 2022

GURU PEMBIMBING	TANDA TANGAN
Agnes Prasanna M.S.P., S.Pd.	
MG. Ika Yuliasuti, S.Pd.	
Benedicta V. Putri Kinanti Winoto, S.Pd.	 26 ' 3 / 22

Mengetahui,

Kepala SMA Katolik St. Louis I Surabaya

  
  
Wahjoeni Hadi, S.

## **Kata Pengantar**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Penerapan Konsep Fisika dalam Proses Produksi *Polyurethane Foam* di CV. Gesalunda Foam” dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini disusun guna melengkapi tugas bidang studi Bahasa Indonesia dan Fisika.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa laporan ini dapat diselesaikan dengan dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S., selaku kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya yang menyetujui dan mendukung pelaksanaan studi ekskursi;
2. F. Asisi Subono, S.Si., selaku wakil kepala sekolah bidang kurikulum;
3. Maria Anita Kurniyasih, S.Si., selaku ketua pelaksana studi ekskursi;
4. MG. Ika Yuliasuti, S.Pd., selaku guru bidang studi Bahasa Indonesia yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan laporan ini;
5. Agnes Prasanna Murti Sri Pamungkas, S.Pd., selaku guru bidang studi Fisika yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan laporan ini;
6. Benedicta Vredeswinda Putri Kinanti W., S.Pd., selaku guru bidang studi Bahasa Inggris yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan laporan ini;
7. Elisabeth Grani Larasati, S.Pd., selaku wali kelas dan pendamping selama rangkaian kegiatan ekskursi;
8. Anindito Marcellus Gregorius Osok, S.Pd., selaku pendamping selama rangkaian kegiatan ekskursi;
9. CV. Gesalunda Foam, selaku tempat pelaksanaan studi ekskursi yang bersedia menyediakan waktu dan tempat bagi penulis untuk melaksanakan penelitian;

10. Bapak/Ibu Orang Tua peserta didik kelas XI MIPA 6, selaku pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama rangkaian kegiatan studi ekskursi;
11. Semua pihak yang turut berpartisipasi dalam membantu dan mendukung terselenggaranya kegiatan studi ekskursi ini.

Penulis telah berusaha dengan maksimal untuk menyusun laporan ini dengan baik. Akan tetapi, penulis menyadari bahwa laporan penulis masih rawan akan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca sehingga penulis dapat memperbaiki kesalahan-kesalahan penulis. Akhir kata, besar harapan penulis agar laporan ini dapat bermanfaat dalam menambah wawasan pembaca.

Surabaya, 18 Februari 2022

Kelompok bidang studi Fisika XI MIPA 6

# APPLICATION OF PHYSICS CONCEPTS IN THE PRODUCTION PROCESS OF POLYURETHANE FOAM IN CV. GESALUNDA FOAM

Ko, E. K., Prasetya, T. C., Yonathan, B., et al.

## Abstract

Foams have been used in various fields of life, such as the medical field, household, and others. Throughout the years, the demand for foams are getting higher and the number of products needed are increasing. Therefore, to accomplish the effectiveness of the productions and the quality of the products required for the demand, factories keep improving the machines they have been using. In the foam factories themselves, they have several machines such as mixer machine and cutter machine. Both of which can work because of physics. Even though people have been using foam for their daily life, most of them still can't figure out how the foams are made and how physics applied in the machines which have been used for production. The purpose of this study is to describe the production process and also to describe and analyze physics concepts in the foam production process. This series of research was conducted at the CV. Gesalunda Foam which is located at Jalan Geluran PLN No. 19, Taman-Sepanjang, Sidoarjo Regency, East Java 61257. This research was conducted with a qualitative method. The research data was collected by using literature study, observation, and interview techniques. The results of this research concluded that foams production process in CV. Gesalunda Foam goes through three processes, namely mixing, printing, and cutting. The mixing machine applies two physical concepts, namely circular motion and fluid mechanics. The printing process does not use any concept of physics. The last process, namely cutting, using the concept of pressure physics. In conclusion, in this era full of technologies, CV Gesalunda Foam is using various kinds of machines to keep up with the development of technologies. That is why CV. Gesalunda Foam uses the application of physics for machines that support the continuity of the foam production process.

**Keywords:** physics, foam, polyurethane foam, foam production process, machines usage in foam production, physics application in foam production.

## Daftar Isi

<b>Halaman Judul</b> .....	ii
<b>Halaman Pengesahan</b> .....	iii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iv
<b>Abstract</b> .....	vi
<b>Daftar Isi</b> .....	vii
<b>Daftar Gambar</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan .....	2
D. Manfaat .....	2
E. Hipotesis .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	4
A. Profil Perusahaan .....	4
B. Landasan Teori.....	4
1. Fisika .....	4
2. Mesin.....	6
3. <i>Polyurethane Foam</i> .....	7
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	9
A. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	9
B. Variabel Penelitian .....	9
C. Metode Pengambilan Data .....	9
D. Teknik Analisis Data.....	11
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b> .....	12
A. Proses Produksi <i>Polyurethane Foam</i> di CV. Gesalunda Foam.....	12
B. Mesin yang Digunakan Pada Proses Produksi <i>Polyurethane Foam</i> di CV. Gesalunda Foam.....	13
C. Penerapan Fisika Pada Mesin-mesin yang Digunakan di CV. Gesalunda Foam .....	17
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	23
A. Kesimpulan .....	23
B. Saran .....	23
<b>References</b> .....	25
<b>Lampiran</b> .....	29

## Daftar Gambar

Gambar 1 : Mesin pengaduk yang menggunakan <i>baffle</i>	22
Gambar 2 : Motor penggerak	24
Gambar 3 : Proses pemotongan	26
Gambar 4 : Gerak melingkar	28
Gambar 5 : Aliran laminar dan turbulen	29



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dewasa ini, busa atau *foam* telah digunakan di berbagai bidang kehidupan, seperti bidang medis, rumah tangga, dan lain-lain. *Foam* adalah sebuah objek yang terbentuk dari gelembung gas yang terdapat dalam benda cair atau padat. *Foam* dapat diolah menjadi berbagai produk, seperti spon cuci piring, bantal pada kasur, spon medis, dan lain-lain. *Foam* digunakan untuk membersihkan permukaan yang kedap air karena *foam* memiliki kemampuan menyerap air dan larutan berbahan dasar air. Selain sebagai alat pembersih, *foam* juga dapat digunakan sebagai bantal, tempat tidur, sofa, dan lain-lain. *Foam* memiliki banyak manfaat sehingga tingkat permintaan *foam* tinggi dan jumlah produk yang dibutuhkan banyak. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat umum yang semakin meningkat, industri *foam* merevitalisasi mesin lama yang digunakan dengan mengganti mesin yang berteknologi modern. Selain untuk memenuhi kebutuhan, hal tersebut juga bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan efektivitas produk yang dihasilkan.

Mesin-mesin dengan berbagai macam fungsi dimanfaatkan semaksimal mungkin oleh pabrik untuk kepentingan produksi. Dalam perkembangannya, mesin dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk di bidang industri *foam*. Industri *foam* memanfaatkan mesin *press*, mesin *cutter*, mesin pengaduk, mesin pengukus, dan lain lain. Penggunaan mesin-mesin tersebut disebabkan oleh proses produksi *foam* yang membutuhkan tenaga yang tinggi, serta waktu yang panjang. Dengan digunakannya mesin-mesin tersebut, proses produksi *foam* dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien.

Keberadaan ilmu fisika menyebabkan teknologi dapat berkembang dengan pesat, terutama pada perkembangan mesin-mesin yang digunakan dalam bidang industri. Oleh karena itu, untuk menambah wawasan mengenai penerapan konsep fisika dalam bidang industri, diperlukan penelitian lebih lanjut di lokasi yang bersangkutan. Penelitian akan dilaksanakan di CV. Gesalunda Foam. CV. Gesalunda Foam merupakan perusahaan yang memproduksi *foam*.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana proses produksi *foam* di CV. Gesalunda Foam?
2. Bagaimana penerapan konsep fisika pada proses produksi *foam* di CV. Gesalunda Foam?

## **C. Tujuan**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan proses produksi *foam* di CV. Gesalunda Foam.
2. Mendeskripsikan dan menganalisis penerapan konsep fisika pada proses produksi *foam* di CV. Gesalunda Foam.

## **D. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menambah wawasan mengenai tahapan pembuatan *foam*.
2. Menambah wawasan pembaca mengenai penerapan ilmu fisika dalam proses pembuatan *foam*.

## **E. Hipotesis**

CV. Gelunda Foam menggunakan mesin untuk menunjang proses produksi *foam*. Proses produksi tersebut memanfaatkan mesin pengaduk dan mesin pemotong. Produksi dilakukan dengan mencampur bahan-bahan dasar yang diperlukan menggunakan mesin pengaduk lalu dipindahkan ke dalam cetakan hingga mengembang. Setelah *foam* terbentuk, *foam* diletakkan ke dalam mesin pemotong untuk dipotong kulitnya. Kemudian, *foam* akan dipotong sesuai dengan ukuran yang diminta oleh pembeli. Mesin pengaduk dan mesin pemotong menerapkan konsep fisika dalam penggunaannya. Kedua mesin tersebut menerapkan cabang fisika mekanika, termodinamika, hingga mekanika fluida.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Profil Perusahaan**

CV. Gesalunda Foam adalah sebuah perusahaan keluarga yang bergerak di bidang *foam*. Perusahaan ini didirikan oleh Bapak Sugiarto Sutantio. Perusahaan yang telah berdiri sejak tahun 1983 ini didirikan untuk menyediakan berbagai macam *foam* berkualitas yang dijual dengan harga terjangkau. CV. Gesalunda Foam terletak di Jalan Geluran PLN, Taman-sepanjang, Geluran, Kec. Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Perusahaan ini memproduksi *foam* dengan berbagai jenis kualitas yang selanjutnya akan dijual ke perusahaan lain untuk diolah menjadi berbagai produk, seperti sofa, kasur, jok mobil, dan lain-lain. CV. Gesalunda Foam memiliki dua belas tenaga kerja dengan jam operasional dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 18.00 WIB.

#### **B. Landasan Teori**

##### 1. Fisika

Fisika adalah cabang pengetahuan yang menggambarkan usaha, temuan, wawasan, dan kearifan yang bersifat kolektif dari umat manusia (Wartono, 2003:18). Menurut hakikatnya, fisika yang merupakan sains bukanlah sekedar kumpulan ilmu pengetahuan semata. Lebih dari itu, menurut Collette dan Chiappetta (1994), sains merupakan *a way of thinking* (afektif), *a way of investigating* (proses), dan *a body of knowledge* (kumpulan ilmu pengetahuan). Fisika sebagai produk (*a body of knowledge*), artinya fisika sebagai suatu hasil dari pengetahuan dan pengalaman empiris yang disusun sistematis berupa fakta,

konsep, hukum, dan teori. Fisika sebagai sikap (*a way of thinking*) merupakan suatu gambaran sikap ilmiah dalam melakukan penelitian dan menemukan suatu pengetahuan atau konsep. Fisika sebagai proses (*a way of investigating*) menunjukkan bahwa pengetahuan atau konsep diperoleh melalui observasi, penelitian, menganalisis, berpikir dan lain-lain.

Ilmu fisika merupakan ilmu dasar dari semua ilmu pengetahuan sehingga memiliki berbagai cabang ilmu. Contoh cabang ilmu fisika yang berperan dalam bidang industri adalah mekanika dan mekanika fluida. Cabang pertama adalah mekanika yang mempelajari gerak benda, baik benda yang diam (statik) maupun benda yang bergerak (dinamik). Dalam perkembangannya, mekanika dibagi menjadi dua, yaitu mekanika klasik dan mekanika kuantum. Mekanika klasik membahas benda-benda yang bergerak jauh di bawah kecepatan cahaya, sedangkan mekanika kuantum membahas benda-benda yang bergerak mendekati kecepatan cahaya. Mekanika klasik sendiri dibahas dalam beberapa periodisasi, Periode I (Pra sains sampai dengan 1550 M), Periode II (Awal Sains 1550 M – 1800 M), dan Periode III (Fisika Klasik 1800 M – 1900 M). Mekanika modern dibagi ke dalam mekanika kuantum lama, mekanika kuantum baru, dan pada bagian akhir juga sedikit dijelaskan tentang teori relativitas khusus.

Cabang kedua adalah mekanika fluida. Fluida adalah zat yang berubah bentuk secara kontinu (terus-menerus) apabila terkena tegangan geser meskipun tegangan geser tersebut kecil. Ilmu mekanika fluida memiliki peran penting dalam bidang industri, pertanian, kedokteran, dan lain sebagainya (Immawan, 2015). Gaya yang bekerja pada fluida dikelompokkan menjadi dua.

Pertama, gaya permukaan (*surface force*), yaitu gaya yang bekerja pada batas atau permukaan fluida melalui kontak fisik, terdiri dari gaya tekan atau tekanan dan gaya geser. Kedua, gaya badan (*body force*), yaitu gaya yang bekerja tanpa kontak fisik. Gaya tersebut didistribusikan ke seluruh elemen fluida, terdiri dari gaya gravitasi, gaya sentrifugal, gaya Coriolis, dan gaya elektromagnetik.

## 2. Mesin

Mesin merupakan peralatan *mechanical electrical* yang digunakan sebagai penunjang untuk membuat suatu produk. Mesin adalah gabungan dari berbagai bagian atau elemen yang memiliki fungsi tertentu. Dalam hal ini, produk yang dimaksud adalah *foam*. Dalam memproduksi busa atau *foam*, dibutuhkan beberapa jenis mesin, diantaranya adalah mesin *crusher*, mesin pengaduk, mesin *press*, mesin pemotong, dan mesin *boiler*, dan lain sebagainya. Namun, proses produksi *polyurethane foam* tidak membutuhkan mesin *crusher*, mesin *boiler*, dan mesin *press*. Berikut adalah penjelasan dan fungsi dari mesin-mesin yang digunakan dalam memproduksi *polyurethane foam*:

### a. Mesin pengaduk

Mesin pengaduk adalah mesin yang digunakan untuk mengaduk semua bahan baku dalam membuat *foam*, yaitu *polyurethane*, kalsium karbonat, obat, dan pewarna. Menurut aliran yang dihasilkan, pengaduk dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu aliran *axial*, aliran radial, dan aliran campuran. Pengaduk aliran *axial* adalah pengaduk yang menimbulkan aliran sejajar dengan sumbu putaran. Pengaduk aliran radial merupakan pengaduk yang menimbulkan aliran yang berarah tangensial dan radial terhadap bidang

rotasi pengaduk. Pengaduk aliran campuran yang merupakan gabungan dari pengaduk aliran radial dan *axial*.

#### b. Mesin pemotong

Mesin pemotong adalah mesin yang digunakan untuk memotong *foam* sehingga memperoleh bentuk dan ukuran yang diinginkan oleh pembeli. Berdasarkan cara kerjanya, mesin pemotong dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu mesin pemotong manual, mesin pemotong semi manual, dan mesin pemotong otomatis. Pada mesin pemotong manual, diperlukan tenaga manusia dalam menggerakkan pisau potong dan mengatur posisi objek yang akan dipotong. Mesin pemotong semi manual menggunakan motor listrik sebagai penggerak alternatif. Pada mesin jenis ini, pisau potong dapat bergerak secara otomatis karena ditransmisikan dengan motor listrik, tetapi objek yang akan dipotong perlu didorong atau diletakkan secara manual menggunakan tenaga manusia. Mesin pemotong otomatis merupakan kombinasi antara mekanik, elektrik, dan *software*. Pemotongan secara otomatis dibantu dengan bantuan deteksi sensor. Saat sensor mendeteksi adanya objek di depan sensor, gergaji listrik akan menyala secara otomatis. Selanjutnya, saat sensor tidak mendeteksi adanya objek di depannya, gergaji listrik akan mati secara otomatis.

#### 3. Polyurethane Foam

*Polyurethane foam* adalah bahan sintesis berpori dan berstruktur seluler yang terbuat dari reaksi polioliol dan isosianat. Menurut George Woods,

*polyurethane* dapat dibuat melalui mereaksikan dua bahan kimia reaktif, yaitu polioliol dengan isosianat, dan biasanya ditambahkan sejumlah aditif untuk mengontrol proses reaksi dan memodifikasi produk akhir. Isosianat adalah molekul yang mengandung gugus radikal isosianat (-NCO). Senyawa ini merupakan salah satu bahan baku yang memengaruhi *polyurethane foam* yang dihasilkan. Beberapa contoh isosianat yang digunakan dalam pembuatan *polyurethane foam* adalah *toluene diisocyanate* (TDI) dan *diisocyanate diphenylmethane* (MDI).

Berdasarkan struktur selnya, *Polyurethane foam* dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu sel tertutup dan sel terbuka. Sel tertutup merupakan sel-sel yang terpisah sehingga fase gas pada satu sel tidak berhubungan dengan fase gas pada sel lainnya. Apabila sel-sel tersebut saling berhubungan sehingga gas dapat lewat dari satu sel ke sel lain, sel tersebut merupakan sel terbuka. *Foam* dengan sel tertutup merupakan *rigid foam* sementara sel terbuka merupakan *flexible foam*. *Polyurethane flexible foam* merupakan polimer dengan densitas rendah, sedangkan *polyurethane rigid foam* adalah polimer dengan densitas tinggi. Densitas dan kekerasan pada foam berbanding lurus. Artinya, apabila densitas semakin tinggi, *foam* akan semakin keras dan kuat. Oleh karena itu, *rigid foam* memiliki sifat keras dan kuat, sedangkan *flexible foam* memiliki sifat lunak dan lentur.



## **BAB III**

### **Metode Penelitian**

#### **A. Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada hari Selasa, tanggal 15 Februari 2022. Rangkaian penelitian ini dilaksanakan di Pabrik CV. Gesalunda Foam yang terletak di Jalan Geluran PLN No. 19, Taman-Sepanjang, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61257.

#### **B. Variabel Penelitian**

Variabel dalam penelitian ini, di antaranya sebagai berikut.

1. Variabel kontrol : Produksi *foam*
2. Variabel bebas : Jenis mesin
3. Variabel terikat : Konsep fisika

#### **C. Metode Pengambilan Data**

Metode pengambilan data yang digunakan sebagai berikut.

##### **1. Studi Pustaka**

Studi pustaka merupakan langkah penting seorang peneliti yang terdiri dari penetapan topik penelitian, pelaksanaan kajian atau penyelidikan tentang teori yang terkait, dan pengumpulan informasi sebanyak-banyaknya dari pustaka yang berhubungan. Sumber-sumber pustaka dapat diperoleh dari buku-buku ilmiah, laporan penelitian, tesis, disertasi, dan sumber-sumber tertulis baik tercetak maupun elektronik lainnya. Studi pustaka juga dapat diartikan sebagai suatu langkah untuk memperoleh informasi dari penelitian yang harus

dikerjakan terlebih dahulu tanpa memedulikan penelitian tersebut menggunakan penelitian lapangan atau laboratorium.

## **2. Observasi**

Observasi merupakan salah satu metode pengumpulan data dengan cara mengamati atau meninjau secara cermat dan langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi yang terjadi atau membuktikan kebenaran dari sebuah desain penelitian yang sedang dilakukan. Kegiatan observasi dilakukan untuk memproses objek. Hal tersebut bertujuan untuk merasakan dan memahami pengetahuan dari sebuah fenomena berdasarkan pengetahuan dan ide-ide yang sudah diketahui sebelumnya. Selain itu, hal tersebut juga dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dan melanjutkan ke proses investigasi. Secara umum, observasi adalah aktivitas untuk mengetahui sesuatu dari fenomena-fenomena. Aktivitas tersebut didasarkan pada pengetahuan dan gagasan yang bertujuan untuk mendapatkan informasi dari fenomena yang diteliti. Informasi yang didapat harus bersifat objektif, nyata, dan dapat dipertanggungjawabkan. Kata “observasi” berasal dari bahasa Latin yang berarti melihat dan memperhatikan. Apabila diartikan dari kata asalnya, observasi merupakan proses untuk melihat, memperhatikan, mengamati, meninjau, dan mengawasi dengan teliti suatu objek tertentu untuk mendapat data dan informasi valid yang dibutuhkan suatu kegiatan untuk kepentingan tertentu.

## **3. Wawancara**

Wawancara merupakan kegiatan tanya-jawab secara lisan untuk memperoleh informasi. Teknik ini digunakan untuk memperoleh informasi dari responden/informan (subjek yang akan dimintakan informasinya). Selain

memerlukan waktu yang cukup lama, wawancara juga memerlukan cara dan pelaksanaan tersendiri. Tujuan teknik wawancara antara lain: untuk merekonstruksi mengenai orang, kejadian, kegiatan, organisasi, perasaan, motivasi, tuntutan, kepedulian, dan lain-lain; merekonstruksi kebulatan-kebulatan demikian sebagai yang dialami masa lalu, memproyeksikan kebulatan kebulatan sebagai yang telah diharapkan untuk dialami pada masa yang akan datang; memverifikasi, mengubah dan memperluas konstruksi yang dikembangkan oleh peneliti sebagai pengecekan anggota (Lincoln dan Guba, 1985, p. 266; Moleong, 1995, p.135).

#### **D. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis yang digunakan adalah teknik kualitatif. Teknik tersebut merupakan teknik analisis data yang berfokus pada konsep suatu permasalahan dan tidak disertai dengan data numerik. Teknik analisis ini digunakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang bersifat konseptual. Selain itu, teknik ini juga bertujuan untuk menentukan atau mendapatkan simpulan secara keseluruhan dari data-data yang sudah dikumpulkan.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### A. Proses Produksi *Polyurethane Foam* di CV. Gesalunda Foam

*Polyurethane foam* adalah bahan sintesis berpori dan berstruktur seluler yang terbuat dari reaksi *polyol*, isosianat, dan bahan aditif. Pada produksi *polyurethane foam*, jenis isosianat yang digunakan adalah *toluene diisocyanate* (TDI), *diisocyanato-dipheylmethane* (MDI), dan turunannya. Terdapat dua kelompok *polyol* yang digunakan sebagai bahan dalam pembuatan *polyurethane*, yaitu *polyether polyol* dan *polyester polyol*. Bahan aditif yang digunakan adalah bahan pengembang (*blowing agent*), katalis, surfaktan, dan *chain extender*.

Proses produksi *polyurethane foam* di CV. Gesalunda Foam dimulai dari menyiapkan alat dan bahan baku. Langkah kedua adalah mencampur bahan baku dengan menggunakan mesin pengaduk selama kurang lebih 15 menit. Selanjutnya, hasil pencampuran tersebut akan dituang ke dalam cetakan yang telah diberi alas koran. Hasil pencampuran tersebut akan didiamkan hingga mengembang dan dingin. Apabila *foam* sudah dingin, proses pemotongan *foam* dapat dilakukan.

Proses produksi *foam* dapat mengalami kegagalan. Apabila *foam* yang diproduksi tidak memenuhi standar, *foam* tersebut akan dibakar. Kegagalan dalam proses produksi dapat terjadi karena beberapa faktor. Faktor pertama adalah perubahan suhu. Perubahan suhu yang ekstrem dapat merusak kekentalan larutan yang telah dicampur. Hal tersebut terjadi karena viskositas atau kekentalan campuran akan meningkat apabila suhu di sekitarnya menurun. Faktor kedua adalah kesalahan dalam menakar bahan baku. Hal tersebut dapat terjadi karena ketidakteelitian pihak yang menakar bahan baku. Kesalahan sekecil 0,5 gram pun

dapat mengakibatkan *foam* gagal. Apabila hal tersebut terjadi, *foam* yang dapat mengembang dan layak digunakan akan diproses menjadi *rebonded foam*. Sebaliknya, *foam* yang tidak memenuhi standar kualitas untuk diproses menjadi *rebonded foam* akan dibakar. Faktor terakhir adalah kualitas bahan baku yang digunakan. Bahan baku yang didapat oleh CV. Gesalunda Foam dikemas dalam bentuk barel sehingga kualitas bahan baku tidak dapat dipastikan baik buruknya. Apabila terdapat bahan baku yang memiliki kualitas yang buruk, kualitas produk yang dibuat juga akan buruk.

## **B. Mesin yang Digunakan pada Proses Produksi *Polyurethane Foam* di CV.**

### **Gesalunda Foam**

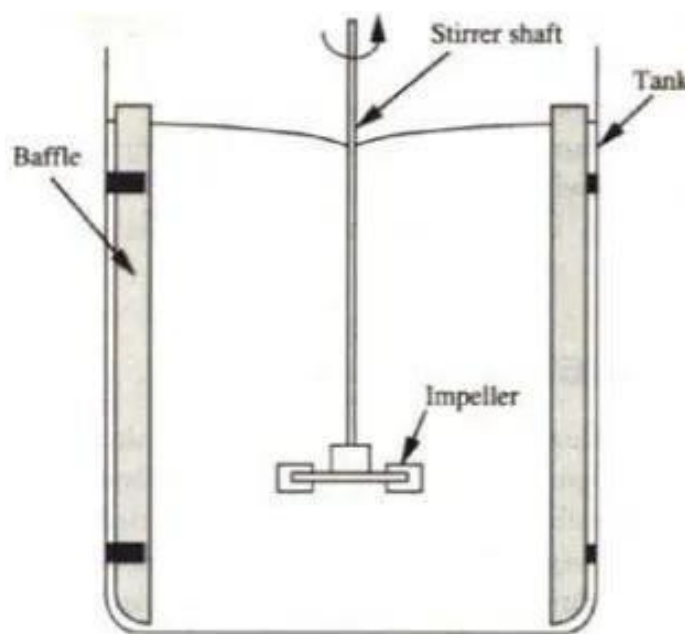
CV. Gesalunda Foam menggunakan dua jenis mesin, yaitu mesin pengaduk dan mesin pemotong.

#### **1. Mesin pengaduk**

Mesin pengaduk adalah mesin yang berfungsi sebagai pompa yang menghasilkan laju fluida tertentu pada tiap kecepatan putar dan input daya. Selain itu, pengaduk juga berfungsi untuk menghasilkan campuran bahan dengan komposisi tertentu dan homogen, menghilangkan perbedaan konsentrasi dan perbedaan suhu, mengeluarkan secara merata gas dan uap yang timbul, serta menghasilkan bahan setengah jadi agar mudah diolah pada proses selanjutnya. Mesin pengaduk memiliki tiga komponen utama, yaitu tangki pengaduk, motor penggerak, dan *impeller*. Tangki pengaduk merupakan tangki tertutup yang berbentuk silinder. Tangki ini umumnya memiliki bentuk cembung pada bagian tutupnya, dan cekung pada bagian alasnya. Bentuk tersebut bertujuan untuk memudahkan saat membersihkan kerak atau kotoran

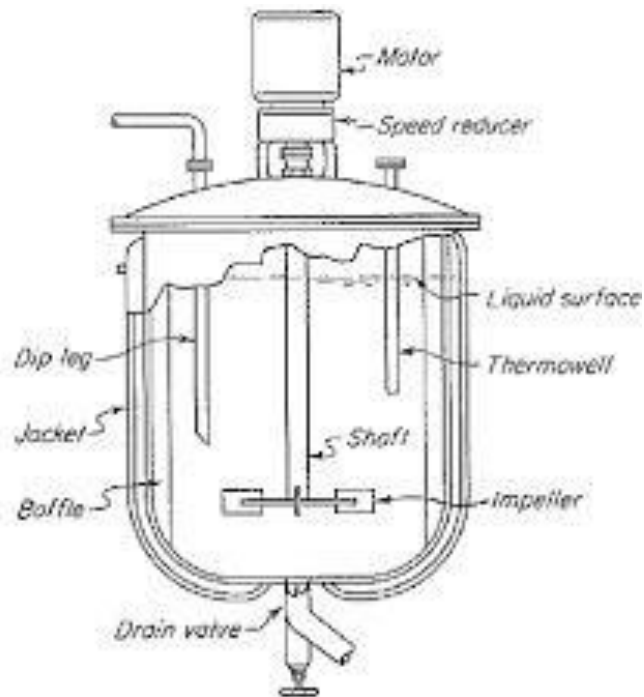
yang mengendap pada tangki. Tangki pengaduk biasanya digunakan untuk reaksi-reaksi kimia dengan tekanan di atas atmosfer dan pada tekanan vakum. Selain itu, tangki pengaduk juga digunakan untuk proses yang lain, seperti proses pencampuran, pelarutan, penguapan ekstraksi ataupun kristalisasi. Kelengkapan yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Ada tidaknya *baffle* yang berpengaruh pada pola aliran di dalam tangki.
- b. *Jacket* atau *coil* pendingin/pemanas yang berfungsi sebagai pengendali suhu.
- c. Letak lubang pemasukan dan pengeluaran untuk proses kontinyu.
- d. Kelengkapan nilainya seperti tutup tangki, dan sebagainya.



Gambar 1 Mesin pengaduk yang menggunakan *baffle*

Komponen utama selanjutnya adalah motor penggerak. Motor penggerak merupakan bagian yang penting dalam proses pencampuran. Motor penggerak berfungsi sebagai unit penggerak *impeller* yang akan mengaduk bahan-bahan formulasi hingga bahan tercampur sampai homogen.



Gambar 2 Motor penggerak

Komponen utama yang terakhir adalah *impeller*. *Impeller* yang berbeda menghasilkan pola aliran cairan yang berbeda. Hal tersebut menyebabkan hidrodinamika yang berbeda sehingga memengaruhi efisiensi energi pada *impeller*. *Impeller* berfungsi sebagai pompa yang menghasilkan laju volumerik tertentu pada tiap kecepatan putaran dan input daya. Input daya dipengaruhi oleh geometri peralatan dan fluida yang digunakan.

CV. Gesalunda Foam menggunakan mesin pengaduk untuk mengaduk bahan baku *polyurethane foam*. CV. Gesalunda Foam menggunakan *agitator* jenis *paddle* atau dayung berdaun tiga pada mesin pengaduknya. Jenis pengaduk ini memiliki minimum dua sudut, horizontal atau vertikal, dengan nilai D/T yang tinggi. Pengaduk *paddle* menimbulkan aliran arah radial dan tangensial dan hampir tanpa gerak vertikal sama sekali. Arus yang bergerak ke arah horizontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke

bawah (Dikwanto Haloho, 2018, p.5). Pengaduk jenis *paddle* dapat menyapu dan mengeruk dinding tangki hingga bagian bawahnya. Oleh karena itu, pengaduk jenis *paddle* digunakan dalam mengaduk likuid yang kental dengan pencampuran bahan yang memiliki granul tebal. Selain digunakan dalam proses pembuatan *foam* jenis *paddle* juga digunakan untuk proses pembuatan kanji, cat, bahan perekat, dan kosmetik.

## 2. Mesin pemotong

Mesin pemotong adalah mesin yang digunakan untuk memotong *foam* sehingga bentuk dan ukuran *foam* dapat sesuai dengan yang diinginkan. Mesin pemotong dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu mesin pemotong manual, mesin pemotong semi manual, dan mesin pemotong otomatis. Pada proses produksi *polyurethane foam*, CV. Gesalunda Foam menggunakan mesin pemotong semi manual. Jenis mesin pemotong semi manual membutuhkan tenaga manusia untuk mengerjakan sebagian dari proses pengerjaannya.

Proses pemotongan *foam* dimulai dari meletakkan *foam* pada *tray* mesin pemotong. Kemudian, kulit *foam* yang keras, tidak rata, dan terdapat sisa koran dipotong. Selanjutnya, *foam* dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Setelah pemotongan selesai, *foam* diletakkan di tumpukan *foam* lainnya. Pada proses pemotongan *foam*, tenaga manusia digunakan untuk membalik *foam* dan menggeser *tray*. Potongan *foam* sisa akan diproses menjadi *rebonded foam*.





Gambar 3 Proses pemotongan

### C. Penerapan Fisika pada Mesin-mesin yang Digunakan di CV. Gesalunda Foam

#### 1. Gerak Melingkar Beraturan (GMB)

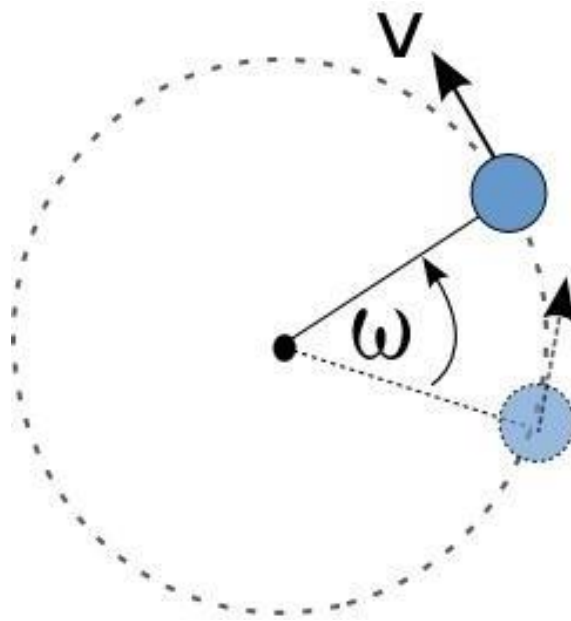
Mesin pengaduk terdiri dari wadah dan poros. Poros tersebut dilengkapi dengan pengaduk (*agitator*) yang bergerak memutar. Gerak memutar atau gerak melingkar dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu gerak melingkar beraturan dan gerak melingkar berubah beraturan. Pada proses pencampuran, mesin pengaduk menerapkan proses gerak melingkar beraturan. Hal tersebut dapat dilihat dari gerak *paddle* pada mesin pengaduk. *Paddle* cenderung bergerak melingkar dengan jarak yang sama dari poros mesin. Hal tersebut disebabkan oleh kecepatan tangensial yang konstan, sehingga percepatan tangensialnya bernilai nol. Kecepatan tangensial (  $v$  ) adalah kecepatan yang selalu menyinggung lintasan dan tegak lurus dengan jari-jari lintasan. Sebaliknya, percepatan tangensial (  $a_t$  ) adalah percepatan yang sejajar dengan

lintasan. Saat melakukan observasi, jumlah putaran ( $n$ ) dan waktu ( $t$ ). Oleh sebab itu, periode ( $T$ ) dapat ditemukan menggunakan rumus  $T = \frac{t}{n}$ . Frekuensi ( $f$ ) juga dapat ditemukan dengan menggunakan rumus  $f = \frac{1}{T}$ . Setelah mendapatkan periode, kecepatan sudut juga dapat ditemukan. Kecepatan sudut atau frekuensi sudut ( $\omega$ ) adalah besarnya sudut yang ditempuh tiap detiknya. Kecepatan sudut ini nilainya tetap karena arah kecepatan sudut sama dengan arah putaran benda. Rumus kecepatan sudut adalah  $\omega = \frac{\theta}{t}$  atau  $\omega = 2\pi f$ .

Percepatan pada gerak melingkar disebut percepatan sentripetal. Percepatan sentripetal ( $a_s$ ) adalah percepatan yang tegak lurus dengan kecepatan tangensial, selalu mengarah ke pusat lintasan, dan hanya mengubah arah kecepatan (tidak dengan besarnya). Rumus percepatan sentripetal adalah  $a_s = \frac{v^2}{r}$  atau  $a_s = \omega^2 r$ . Kesimpulan dari persamaan-persamaan

tersebut adalah:

- Periode dan frekuensi berbanding terbalik. Apabila frekuensi semakin besar, periode akan semakin kecil.
- Kecepatan sudut berbanding lurus dengan frekuensi, dan berbanding terbalik dengan periode. Artinya, semakin besar kecepatan sudut, frekuensi juga akan semakin besar, sedangkan periode semakin kecil.
- Percepatan sentripetal dan kecepatan tangensial berbanding lurus. Oleh karena itu, saat kecepatan tangensialnya semakin besar, percepatan sentripetalnya juga akan semakin besar.



Gambar 4 Gerak melingkar

## 2. Mekanika Fluida

Mekanika fluida adalah ilmu yang mempelajari perilaku fluida dalam keadaan diam (statis) maupun bergerak (dinamis). Fluida merupakan zat yang dapat mengalir. Zat yang dimaksud dapat berupa cairan atau gas. Mesin pengaduk yang digunakan pada CV. Gesalunda Foam menggunakan prinsip fluida statis. Fluida statis adalah fluida yang berada dalam fase tidak bergerak (diam) atau bergerak tetapi tidak terdapat perbedaan kecepatan antar partikel fluida tersebut. (M. Sohib, Adi Rozi Hidayatulloh, 2018, p.166).

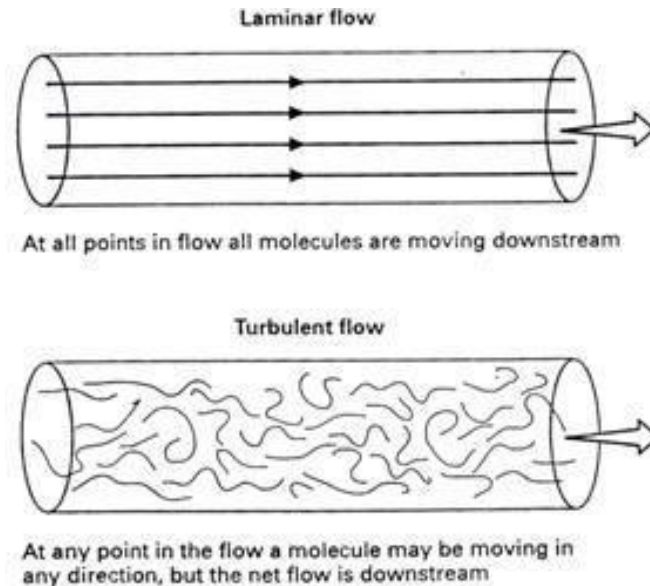
### a. Viskositas

Mesin pengaduk yang digunakan CV. Gesalunda Foam menerapkan salah satu sifat mekanika fluida, yaitu viskositas. Viskositas mengacu pada ketebalan fluida. Viskositas dihasilkan dari interaksi, atau gesekan, antar molekul dalam suatu fluida. Penerapan viskositas dapat ditemukan saat proses pencampuran. Pada proses pencampuran, dapat dilihat bahwa

semakin rendah viskositas suatu fluida, pergerakan fluidanya akan semakin besar. Viskositas menentukan energi yang dibutuhkan untuk membuat aliran fluida. Dalam fisika, viskositas sering dinyatakan menggunakan persamaan Isaac Newton untuk fluida, yang mirip dengan hukum gerak kedua Newton. Hukum ini menyatakan bahwa gaya yang bekerja pada suatu benda akan menyebabkan benda tersebut mengalami percepatan. Semakin besar massa benda, semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk membuatnya berakselerasi. Viskositas yang bernilai nol disebut superfluida. Selain superfluida, fluida lainnya memiliki ketahanan dan tekanan. Oleh karena itu, fluida-fluida tersebut dapat disebut kental. Sementara itu, fluida yang tidak memiliki ketahanan tekanan dan tegangan disebut fluida ideal. Fluida ideal merupakan fluida yang memiliki ciri-ciri berikut:

- 1) Tidak termampatkan (tidak kompresibel), fluida tidak akan mengalami perubahan volume atau massa jenis ketika memperoleh pengaruh tekanan.
- 2) Tidak kental (non-viskos), fluida tidak akan mengalami gesekan antara lapisan fluida satu dengan lapisan lainnya maupun dengan dinding saluran akibat gejala viskositas.
- 3) Aliran tidak bergantung waktu (*steady* / tunak), kecepatan fluida pada setiap titik tertentu adalah konstan.
- 4) Tidak bergolak, aliran fluida memiliki garis arus (*streamline*) sehingga tidak ada elemen fluida yang memiliki kecepatan sudut tertentu; setiap partikel bergerak secara stabil; aliran fluida tidak bergerak secara acak; tidak ada perpotongan garis alir antar partikel fluida, yang dapat

diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 5 Aliran laminar dan turbulen

b. Tekanan

Mesin pemotong pada CV. Gesalunda Foam menerapkan sifat fluida tekanan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), tekanan adalah keadaan (hasil) kekuatan menekan. Tekanan dibedakan menjadi tiga, yaitu tekanan pada zat padat, cair, dan gas. Mesin pemotong merupakan benda padat. Oleh karena itu, tekanan yang digunakan adalah tekanan pada zat padat. Tekanan pada zat padat merupakan gaya yang bekerja pada satuan luas bidang tekan. Suatu zat padat yang memberikan gaya dari atas akan menimbulkan tekanan. Penerapan tekanan zat padat dapat ditemukan saat proses pemotongan. Hal tersebut dapat dilihat dari bentuk ujung pisau yang menggunakan prinsip tekanan zat padat untuk mempermudah proses pemotongan *foam*. Tekanan pada zat padat memiliki rumus  $P = \frac{F}{A}$ . Dalam

persamaan tersebut,  $F$  merupakan gaya, dan  $A$  merupakan luas permukaan benda. Berdasarkan persamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa tekanan dan luas permukaan benda berbanding terbalik. Semakin kecil luas permukaan benda yang menghasilkan tekanan, semakin besar tekanan yang dihasilkan. Dalam ilmu fisika, satuan internasional tekanan adalah Newton per meter kuadrat atau  $\text{N/m}^2$ . Sementara, besaran tekanan disimbolkan dengan huruf  $p$ . Selain  $\text{N/m}^2$ , tekanan memiliki satuan ukur lain, yaitu Pascal (Pa). Tekanan termasuk ke dalam besaran turunan yang diturunkan dari besaran pokok massa, panjang, dan waktu. Selain itu, tekanan termasuk besaran vektor yang dinyatakan dalam nilai dan angka.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Proses produksi foam di CV. Gesalunda Foam melewati tiga proses, yaitu pencampuran, pencetakan, dan pemotongan. Pada proses pencampuran, CV. Gesalunda Foam menggunakan bantuan mesin pengaduk. Mesin pengaduk menerapkan dua konsep fisika, yaitu gerak melingkar dan mekanika fluida. Selanjutnya, proses pencetakan. Pada proses ini, hasil pencampuran akan dicetak dan ditunggu hingga mengembang. Proses ini tidak menerapkan konsep fisika. Proses terakhir adalah pemotongan. Pada proses ini, CV. Gesalunda foam menggunakan mesin pemotong semi manual. Mesin pemotong tersebut menggunakan konsep fisika, yaitu tekanan. Prinsip tekanan pada proses pemotongan dapat dilihat dari ujung pisau. Ujung pisau pada mesin pemotong dibuat tajam untuk memperbesar tekanan dan memudahkan pemotongan foam.

#### **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang diusulkan, yaitu sebagai berikut.

1. Bagi SMAK St. Louis 1 Surabaya agar menambah kunjungan penelitian ke perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang fisika sehingga siswa-siswi dapat memahami konsep fisika yang dipelajari.
2. Bagi CV. Gesalunda Foam agar berinovasi dengan memanfaatkan perkembangan teknologi, serta mengedepankan lingkungan dalam pembuatan produknya.

3. Bagi peneliti selanjutnya agar lebih meneliti mengenai pengaruh faktor-faktor kegagalan terhadap hasil produksi *foam*.



## References

- Anonymous. Definisi viskositas dalam fisika. (2019, July 3). *Greelane*. Retrieved from <https://www.greelane.com/id/sains-teknologi-matematika/ilmu/viscosity-2699336/>
- D. (2022, February 17). Fluida statis. *Dosenpendidikan.co.id*. Retrieved from <https://www.dosenpendidikan.co.id/fluida-statis/>
- Fathoni, W., Sentot, N. 2018. Analisa aliran fluida (fully developed flow) pada pipa circular dengan menggunakan cfd fluent. *Flywheel: jurnal teknik mesin untirta*, 4 (2), 43-44. Retrieved from <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl/article/download/3879/2842>
- Haloho, D. (2018). Unjuk kerja perancangan mesin pengaduk cairan kapasitas 40 liter/proses. 5. Retrieved from <http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/10556/1/118130037%20-%20Dikwanto%20Haloho%20-%20Fulltext.pdf>
- Hidayaturrohman, R., Lesmono, A.D., Prihandono, T. 2017. Pengembangan bahan ajar interaktif fisika berwawasan sets untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Seminar pendidikan fisika*, 2, 1-2. Retrieved from <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/fkip-epro/article/download/6369/4934/>
- K. (2019, March 2). Apa itu superfluida?. *Kir sman 1 bogor*. Retrieved from <https://kirmsansabo.wordpress.com/2019/03/02/apa-itu-superfluida/>
- Maulani, G. E. (2021). Beranda - gilang galing's blog: fungsi mesin potong kertas dan cara kerjanya. *Beranda - gilang galing's blog*. Retrieved from <https://www.gemaulani.com/2021/08/fungsi-mesin-potong-kertas.html>

- Muhammad, E. M., Abie, N. (2017). Studi pengaruh kecepatan putar impeler terhadap aliran fluida dalam fermentor bioethanol secara visualisasi. Retrieved from [https://repository.its.ac.id/43950/1/2313100105-Undergraduate\\_Theses.pdf](https://repository.its.ac.id/43950/1/2313100105-Undergraduate_Theses.pdf)
- Mulachela, H. (2021, November 4). Rumus tekanan: satuan, jenis, dan contoh soal. *Katadata*. Retrieved from <https://katadata.co.id/safrezi/berita/61838e66e91d3/rumus-tekanan-satuan-jenis-dan-contoh-soal#:~:text=Tekanan%20pada%20zat%20padat%20merupakan,tekannya%2C%20tekanan%20akan%20semakin%20kecil.>
- Musyafak, A., Linuwih, S., Sulhadi. 2013. Konsepsi alternatif mahasiswa fisika pada materi termodinamika. *Unnes physics educational journal*, 55. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/2929/2709>
- Nurwihati, R. (2007). Prarancangan pabrik poliuretan densitas berat (pdb) proses ici kapasitas 7.500 ton/tahun. Retrieved from [http://eprints.ums.ac.id/16678/2/Bab-01\\_retno.pdf](http://eprints.ums.ac.id/16678/2/Bab-01_retno.pdf)
- Rahmawati, Tri Istiqomah., Wardana, I Wayan Lingga. (2012). Pembuatan polyurethane foam dengan menggunakan castor oil (minyak jarak kepyar). *Teknik kimia, fakultas teknologi industri, its*. Retrieved from <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-20025-2309105022-Paper.pdf>
- Riska, S. Y., Putri, S. I., & Rahayu, W. A. (2017). Pelatihan alat pemotong bambu otomatis berbasis mikrokontroler menuju kampung produktif di desa ngajum gunung kawi malang. *Jurnal ilmiah teknologi informasi asia*, 11(2), 6. Retrieved from <https://doi.org/10.32815/jitika.v11i2.205>

- Rohaeti, E. (2005). Kajian tentang sintesis poliuretan dan karakterisasinya, *Prosiding semnas penelitian, pendidikan dan penerapan mipa fmipa-uny. 1-3*. Retrieved from [http://eprints.uny.ac.id/11707/1/01\\_Kajian%20Tentang%20Sintesis%20Poliuretan%20Dan%20Karakterisasinya%20\(Eli%20Rohaeti\).pdf](http://eprints.uny.ac.id/11707/1/01_Kajian%20Tentang%20Sintesis%20Poliuretan%20Dan%20Karakterisasinya%20(Eli%20Rohaeti).pdf)
- S. (2020). Observasi. *Universitas raharja*. Retrieved from <https://raharja.ac.id/2020/11/10/observasi/>
- Santosa, H.S. 2016. Pengembangan perangkat pembelajaran fisika model problem based learning (pbl) untuk mengoptimalkan penguasaan problem solving skill siswa berbasis nature of physics. 9. Retrieved from <http://eprints.uny.ac.id/33969/3/Bab%20II.pdf>
- Setiawan, P. S. (2017). Mesin dan peralatan industri. *Summary of mesin dan peralatan industri*. Retrieved from <https://estudy.unmuhjember.ac.id/course/info.php?id=1374>
- Setiawan, S. (2021, December 8). Studi kepustakaan adalah. *Gurupendidikan*. <https://www.gurupendidikan.co.id/studi-kepustakaan/>
- Siregar, N. S. S. (2002). Metode teknik dan wawancara. Retrieved from [http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/13349/1/Karya%20Ilmiah\\_Nina%20Siti%20Salmaniah%20Siregar\\_Metode%20dan%20Teknik%20Wawancara.pdf](http://repository.uma.ac.id/bitstream/123456789/13349/1/Karya%20Ilmiah_Nina%20Siti%20Salmaniah%20Siregar_Metode%20dan%20Teknik%20Wawancara.pdf)
- Sochib, M., Hidayatulloh A. R. (2018). Perancangan instalasi pompa air dari mata air danau ngipik ke tandon penampung perumahan kapasitas 900 l/jam. *Program studi teknik mesin fakultas teknik, universitas gresik*, 7(2), 166. Retrieved from <https://journal.unigres.ac.id/index.php/WahanaTeknik/article/view/1036/828>

- Tsyaniah, N. A., Baruji, T. (2008). Pengaruh rasio tdi/polyol minyak goreng bekas dan penambahan ethylene glycol terhadap kuat tekan polyurethane. 2-3. Retrieved from [http://eprints.undip.ac.id/1510/1/makalah\\_Seminar.pdf](http://eprints.undip.ac.id/1510/1/makalah_Seminar.pdf)
- Utomo, N. W. (2016). Analisis mesin pengupas dan pemotong kentang semi otomatis. *Jurusan teknik mesin, fakultas teknik, universitas negeri surabaya*. Retrieved From <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/14044>
- Vilmala, B.K. 2020. Revolusi saintifik dalam perkembangan mekanika. *Jurnal filsafat indonesia*, 3(1), 1. Retrieved from <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JFI/article/download/22293/14904>

## Lampiran

