

**PENERAPAN ILMU FISIKA DALAM PROSES PEMBUATAN
LAMINATED TUBE DI PT PACIFIC EQUINOX**

LAPORAN PENELITIAN STUDI EKSKURSI



Oleh:

Kelompok Fisika XI MIPA 2

Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam Kelas XI

SMA Katolik St. Louis 1

Surabaya

2022

**PENERAPAN ILMU FISIKA DALAM PROSES PEMBUATAN
LAMINATED TUBE DI PT PACIFIC EQUINOX**

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



Oleh:

Kelompok Fisika XI MIPA 2

Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam Kelas XI

SMA Katolik St. Louis 1

Surabaya

2022


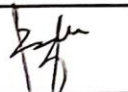
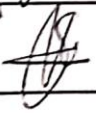
HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Studi Ekskursi Bidang Fisika dengan judul "Penerapan Ilmu Fisika dalam Proses

Pembuatan Laminated Tube di PT Pacific Equinox" oleh:

Babyana Imanic	/ 28878 / 06
Barnett Amadeus	/ 28879 / 07
Elisabet Giabbiani	/ 28974 / 12
Jessica Phoebe	/ 29079 / 21
Kadek Pramaersti	/ 29110 / 24
Kenny Daniswara	/ 29122 / 25
Nicholas Bryan	/ 29212 / 30
Wilson Noel P. S.	/ 29308 / 35
Winston Kenneth	/ 29310 / 36

telah disetujui dan disahkan pada tanggal 26 Maret 2022

Guru Pembimbing	Tanda Tangan
Linda Juliarti, S.Pd., M.Si	
MG. Ika Yuliasuti, S.Pd	 bagus!
Anindito Marcellus G. Osok, S.Pd	

Mengetahui,

Ketua SMA Katolik St. Louis I Surabaya



Sri Wahjoeni Hadi S.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan diselesaikannya laporan penelitian ini. Atas bantuan-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Penerapan Ilmu Fisika dalam Proses Pembuatan Laminated Tube di PT Pacific Equinox“.

Tujuan penelitian studi ekskursi ini adalah untuk memahami penerapan ilmu fisika dalam proses pembuatan *laminated tube*. Penulis berharap mampu menjelaskan penerapan ilmu fisika dalam proses pembuatan *laminated tube* dengan sedetail mungkin. Itulah mengapa penting bagi penulis untuk menyelesaikan laporan penelitian studi ekskursi ini.

Laporan penelitian ini dapat selesai tepat waktu karena ada bantuan dari berbagai pihak yang mengarahkan dan membimbing dengan penuh kesabaran dan ketulusan. Penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua orang yang berperan dalam pembuatan laporan penelitian ini, terutama kepada:

- A. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S. selaku Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya dan penanggung jawab kegiatan Studi Ekskursi 2021.
- B. Linda Juliarti, S.Pd., M.Si. selaku guru bidang studi Fisika Kelas XI Tahun Ajaran 2021/2022 dan guru pembimbing.
- C. MG. Ika Yulastuti, S.Pd. selaku guru bidang studi Bahasa Indonesia Kelas XI Tahun Ajaran 2021/2022 dan guru pembimbing.
- D. Anindito Marcellus G. Osok, S. Pd. selaku guru bidang studi Bahasa Inggris Kelas XI Tahun Ajaran 2021/2022 dan guru pembimbing.
- E. Pihak dari PT Pacific Equinox yang telah bersedia untuk menjadi tempat penelitian dalam Studi Ekskursi Bidang Studi Fisika SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya Tahun 2022.

Semoga laporan penelitian studi ekskursi ini dapat menjadi acuan dasar dan bermanfaat bagi penulis sendiri, serta bagi semua pihak yang akan terlibat dalam kegiatan penelitian.

Penulis sadar bahwa laporan penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan sehingga kritik dan saran untuk meningkatkan kualitas laporan penelitian pada kesempatan selanjutnya diharapkan.

Surabaya, 16 Februari 2022

Tim Penulis

ABSTRACT

Muljono, B. I., Kurniawan, B. A., Fleadiane, E. G. A., Anggari, J. P., Sutapa, K. P., Daniswara, K., Soesilo, N. B., Suharlim, W. N. P., & Yudianto, W. K. (2022). *Penerapan ilmu fisika dalam proses pembuatan laminated tube di PT Pacific Equinox.*

A laminated tube is a tube-shaped container constructed of plastic, aluminum, or a combination of aluminum plastics, such as *polyethylene terephthalate* (PET) and *ethylene vinyl alcohol* (EVOH). It is commonly used for cosmetic containers, toothpaste, and other items. The laminated tube is also available in two types of laminates, namely aluminum barrier laminate (ABL) and plastic barrier laminate (PBL). The goal of this research is to observe the process of manufacturing laminated tubes from a physics standpoint. To achieve adequate tube quality, the authors also intend to describe the effect of pressure, temperature, and engine speed. Information about laminated tubes and injection was gleaned from literature sources as well as actual observations of the laminated tube manufacturing process at PT Pacific Equinox. The supporting information is also directly from PT Pacific Equinox representatives. The process of making a laminated tube is obtained with the first stage of printing a sheet of film paper, then the paper film will be irradiated by UV light. Next, the plastic plate is then attached to the roll section of the printing machine. The web will pass on a roll that has a rotating plate on top of a container containing UV ink. Next, the web will be cut into pieces and rolled into a tube. On the other hand, plastic ore will be smelted for the manufacture of shoulders and caps. This process is using a physics implementation in a compress injection machine that will be attached to the tube rolls. The finished tube will be pressure checked, to make sure it is perfectly glued, there are no leaks, and the density is right so that it is ready to be sent to the consumer.

Keywords: laminated tube, compress injection, ultraviolet, shoulder, cap, web, physics implementation

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIARAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
A. Tekanan.....	5
B. Hukum Pascal	6
1. Hukum Pascal	6
2. Penerapan Hukum Pascal.....	7
C. Sinar Ultraviolet.....	7
D. Laminated Tube	7
E. Injection Molding	8
BAB III METODELOGI PENELITIAN	9
A. Waktu Penelitian.....	9

	B. Rancangan Penelitian.....	9
	C. Populasi dan Sampel.....	9
	D. Metode Pengambilan Data.....	9
	E. Instrumen Pengambilan Data.....	10
	F. Metode Analisis Data.....	10
	G. Langkah-Langkah Observasi	10
	H. Prosedur Penelitian	11
BAB IV	PEMBAHASAN PENELITIAN.....	12
	A. Profil PT Pacific Equinox	12
	B. Hasil Pengamatan	13
	C. Pembahasan	14
	1. Prepress	14
	2. Printing.....	15
	3. Injection	15
	4. Tube Making.....	17
	5. Quality Inspection.....	17
BAB V	PENUTUP	20
	A. Kesimpulan	20
	B. Saran	21
	LIST OF REFERENCES	xi
	LAMPIRAN.....	xii

DAFTAR GAMBAR

	Gambar 1. Proses Prepress	14
	Gambar 2. Proses Printing.....	15
	Gambar 3. Komponen Mesin <i>Compress Injection</i>	15

Gambar 4. *Tube Making Process* 17

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Tahap Pelaksanaan Kegiatan Penelitian.....	11
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Produk	xiii
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan.....	xiv

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang fokus mempelajari seputar sifat dan fenomena alam serta interaksi di dalamnya, seperti materi, energi, dan perubahan zat, baik yang sifatnya mikroskopis hingga makroskopis. Kata fisika diambil dari bahasa Yunani "*physikos*" atau "*fisis*" yang berarti "alam". Karena di dalam ilmu fisika, fokus keilmuannya adalah mencakup seluruh hal yang berkaitan dengan alam. Fisika memiliki beberapa tahapan dalam mempelajari fenomena alam yang terjadi, yaitu pengamatan, pengukuran, analisis hasil pengukuran, dan menarik sebuah kesimpulan. Hal tersebut menyebabkan dalam menemukan sebuah penemuan di dalam ilmu fisika membutuhkan waktu yang relatif panjang agar mendapat hasil yang akurat dan dapat dibuktikan (Shandy, 2020).

Hingga sekarang, ilmu fisika telah mengalami berbagai kemajuan. Ilmuwan telah berhasil mengungkapkan berbagai konsep materi yang dipengaruhi oleh hukum fisika. Kemajuan ilmu fisika tersebut berguna bagi kehidupan manusia. Banyak penemuan terutama mesin-mesin yang dikembangkan dengan dasar ilmu fisika. Salah satu temuan penting adalah mesin produksi yang mengandalkan pada tekanan.

Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas permukaan atau bidang tekanan. Fenomena tersebut timbul sebagai akibat dari gaya tekan yang bekerja pada benda dengan arah yang tegak lurus per satuan luas permukaan. Suatu tekanan akan sangat bergantung pada besarnya gaya. Besarnya tekanan yang dihasilkan sebanding dengan besar gaya yang diberikan. Di satu sisi, tekanan berbanding terbalik dengan luas permukaan. Apabila luas permukaan tekan bidang semakin diperbesar, tekanan akan mengecil (Mulachela, 2021).

Fenomena tekanan sangat familiar dalam kehidupan sehari-hari. Contoh paling sederhana dapat dirasakan ketika berdiri dengan kaki menekan permukaan tanah untuk menjaga keseimbangan atau saat menyelam ke dalam laut. Contoh lain adalah saat memukul paku dengan palu, alas sepatu yang dibuat lebih lebar, mata kapak yang dibuat lebih tajam, dan masih banyak lagi.

Tekanan juga diterapkan dalam bidang industri. Contohnya, mesin *compress injection* pada proses pembuatan *tube*. *Compress injection* adalah proses manufaktur plastik yang menggunakan gaya tekanan. Pada metode ini, material plastik yang sudah dipanaskan sebelum dikompresi menggunakan dua *mold* untuk menghasilkan bentuk produk sesuai yang diinginkan. Biasanya mesin ini digunakan dalam proses pembuatan *tube* (Technology, 2021).

Tube adalah kemasan silinder berongga panjang yang memenuhi unsur kenyamanan (*convenience*), gampang digunakan, tahan lama, serta praktis terutama untuk produk yang memiliki viskositas tinggi. *Tube* biasanya digunakan untuk produk setengah cair seperti pasta gigi atau lem. *Tube* memiliki beberapa jenis, seperti *plastic collapsible tubes*, *laminated collapsible tubes*, dan *aluminium collapsible tubes*. Setiap jenis *tube* memiliki keunikannya masing-masing sesuai dengan permintaan konsumen.

Untuk memahami penerapan konsep fisika dalam proses pembuatan *laminated tube*, perlu dilakukan kajian ilmiah oleh siswa-siswi SMAK St. Louis 1 Surabaya Kelas XI MIPA 2. Kajian ilmiah dilakukan dengan pengamatan dan wawancara langsung untuk mengumpulkan data terkait proses *compress injection tube*. Proses *compress injection tube* yang diamati meliputi mesin-mesin yang digunakan, cara kerja mesin-mesin tersebut, bahan baku yang diperlukan, besarnya tekanan untuk mengisi bahan baku, kecepatan mesin, suhu yang dipersyaratkan, dan lama proses.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Fisika adalah ilmu pengetahuan yang fokus mempelajari seputar sifat dan fenomena alam serta interaksi di dalamnya, seperti materi, energi, dan perubahan zat, baik yang sifatnya mikroskopis hingga makroskopis.
2. Salah satu cabang ilmu fisika adalah tekanan yang merupakan besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas permukaan atau bidang tekanan
3. Tekanan banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, khususnya di bidang industri dalam proses pembuatan *tube*.
4. *Tube* adalah kemasan silinder berongga panjang yang memenuhi unsur kenyamanan (*convenience*), gampang digunakan, tahan lama, serta praktis terutama untuk produk yang memiliki viskositas tinggi.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hubungan mesin *compress injection* dengan materi tekanan dalam fisika?
2. Bagaimana tekanan, suhu, dan kecepatan mesin memengaruhi kualitas *tube*?
3. Apa jenis bahan plastik yang diperlukan agar menghasilkan *tube* dengan kualitas terbaik?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan proses penerapan konsep tekanan dalam proses *compress injection tube*.

2. Mendeskripsikan pengaruh tekanan, suhu, dan kecepatan mesin untuk menghasilkan kualitas tube yang baik.
3. Menjelaskan jenis-jenis plastik dan aluminium yang diperlukan agar menghasilkan tube yang sesuai standar produksi.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat agar:

1. peserta didik menambah wawasan mengenai aplikasi ilmu fisika dalam bidang industri manufaktur.
2. peserta didik terlatih berpikir kritis dalam menghubungkan hasil observasi dengan konsep fisika.
3. peserta didik terlatih dalam bekerja sama dan berinteraksi dengan dunia kerja nyata.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tekanan

Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja pada luasan bidang tekan. Tekanan termasuk ke dalam besaran turunan yang diturunkan dari besaran pokok massa, panjang, dan waktu. Disamping itu, tekanan termasuk besaran vektor yang dinyatakan dalam nilai dan angka. Tekanan dapat terjadi dalam zat padat, cair, dan gas. Tekanan pada zat padat merupakan gaya yang bekerja pada satuan luas bidang tekan. Jika suatu zat padat diberi gaya dari atas, otomatis akan menimbulkan tekanan. Semakin besar luas alas bidang tekannya, tekanan akan semakin kecil.

Dalam ilmu fisika, satuan internasional tekanan adalah Newton per meter kuadrat atau N/m^2 . Sementara, besaran tekanan disimbolkan dengan huruf P. Selain N/m^2 , tekanan memiliki satuan ukur lainnya, yaitu Pascal (Pa) yang diambil dari nama tokoh fisikawan asal Prancis, Blaise Pascal. Adapun rumus tekanan, yaitu

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

P adalah tekanan (N/m^2 atau Pa)

F adalah gaya tekan (N)

A adalah luas permukaan (m^2)

Selain itu, ada rumus lain tekanan jika telah diketahui massa benda sebagai berikut.

$$P = \frac{m g}{A}$$

Keterangan:

P adalah tekanan (N/m^2 atau Pa)

m adalah massa benda (kg)

g adalah percepatan gravitasi (m/s^2)

A adalah luas permukaan (m^2)

B. Hukum Pascal

1. Hukum Pascal

Hukum Pascal menggambarkan bahwa setiap kenaikan tekanan pada permukaan fluida, harus diteruskan ke segala arah fluida tersebut. Tekanan yang diberikan dalam salah satu bagian zat, khususnya adalah fluida cair dalam sebuah ruangan tertutup, nantinya akan diteruskan oleh fluida cair ke segala arah yang sama besarnya. Hukum Pascal hanya dapat diterapkan pada fluida cair sehingga hukum Pascal menyatakan bahwa “tekanan yang diberikan zat cair dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar”. Pascal menyatakan bahwa air keluar lebih deras dan lebih jauh lewat lubang pada wadah yang permukaan atasnya terbuka dibandingkan dengan wadah yang permukaan atas ditutup. Pernyataan tersebut dikenal dengan nama prinsip Pascal.

Blaise Pascal menerangkan jika pada bejana 1 diberikan gaya tekan F_1 , tekanan yang dihasilkan P_1 adalah $F_1:A_1$. Tekanan ini akan teruskan melalui zat cair menuju bejana 2 hingga mencapai penampang bejana 2 (A_2). Penampang bejana 2 mendapat gaya tekan $F_2= P_2.A_2$ dengan $P_2=P_1$ sehingga jika dirumuskan menjadi:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Keterangan:

F_1 adalah gaya penampang 1 (N)

F_2 adalah gaya penampang 2 (N)

A_1 adalah luas penampang 1 (m^2)

A_2 adalah luas penampang 2 (m^2)

2. Penerapan Hukum Pascal

Hukum Pascal banyak diaplikasikan dalam sejumlah mesin industri. Semua alat industri yang menggunakan landasan dari hukum Pascal memiliki sejumlah manfaat, seperti digunakan untuk menopang sejumlah kegiatan dalam dunia industri. Contohnya, mesin *compress injection* pada proses pembuatan *laminated tube*.

C. Sinar Ultraviolet

Sinar ultraviolet adalah gelombang elektromagnetik dengan rentang frekuensi berkisar dari 8×10^{14} Hertz sampai 3×10^{16} Hertz. Radiasi tersebut diberi nama ultraviolet karena memiliki frekuensi yang lebih besar daripada frekuensi cahaya ungu pada spektrum cahaya tampak. Gelombang ini dihasilkan oleh atom dan molekul dalam nyala listrik. Matahari adalah sumber utama yang memancarkan sinar ultraviolet di permukaan bumi. Lapisan ozon yang berada pada lapisan atas atmosfer berfungsi menyerap sinar ultraviolet dan meneruskan sinar ultraviolet yang tidak membahayakan makhluk hidup di bumi.

D. Laminated Tube

Laminated tube atau bisa disebut juga sebagai tabung berlaminasi adalah gabungan dari tabung plastik dan tabung aluminium. Gabungan kedua tabung ini secara efisien akan melindungi isinya berkat lapisan-lapisan tabung tersebut, salah satunya adalah *barrier layer*. Berdasarkan pada produk dan isinya, *barrier layer* bisa terbuat dari aluminium ataupun *EVOH plastic*. Kedua tepi memanjang dari *laminated tube* akan

ditekan bersama menjadi satu lapisan dan membentuk sebuah badan yang kemudian disegel dengan bagian bahu tabung.

Laminated tube biasa digunakan sebagai kemasan di berbagai sektor industri, seperti kosmetik, farmasi, makanan, dan produk kebersihan mulut. *Laminated tube* juga tersedia dalam dua jenis laminasi, yaitu *aluminium barrier laminate* (ABL) dan *plastic barrier laminate* (PBL). *Laminated tube* telah menjadi tabung kemasan paling populer karena fitur serbagunanya. Dalam proses pembuatan *laminated tube*, ada satu proses penting yang disebut *injection molding*.

E. Injection Molding

Injection molding adalah proses manufaktur untuk memproduksi bagian-bagian tabung dengan menyuntikan bahan cair yang dipanaskan ke dalam cetakan. Setelah itu, cairan plastik akan ditekan sesuai dengan bentuk cetakan, kemudian mengalami penurunan suhu sehingga bagian-bagian tabung dapat terbentuk. Sejumlah bahan yang dapat digunakan dalam proses *injection molding* adalah logam, kaca, *elastomers*, *confections*, dan yang paling sering digunakan adalah *thermoplastic* dan *thermosetting polymers* (Todd *et al.*, 1994).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada hari Senin tanggal 15 Februari 2022 di PT Pacific Equinox, Jalan Rungkut Industri IV/3, Kelurahan Kutisari, Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Surabaya, Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan dari pukul 08.30 WIB hingga pukul 12.00 WIB.

B. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yang bersifat menggambarkan, memaparkan, dan menguraikan objek yang diteliti (Arikunto, 2006:11). Penelitian kualitatif berfokus pada data berupa kata-kata atau gambar daripada angka-angka.

C. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pabrik penghasil *tube* di kawasan *Surabaya Industrial Estate Rungkut* (SIER). Dari keseluruhan populasi, terdapat 2 pabrik penghasil *tube* di kawasan *Surabaya Industrial Estate Rungkut* (SIER), yaitu PT Pacific Equinox dan PT Albea Rigid Packaging Surabaya. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah PT Pacific Equinox.

D. Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam pengambilan data pada karya tulis ini adalah sebagai berikut.

1. Studi pustaka tentang proses pembuatan *tube* dan ilmu fisika melalui buku atau dokumen yang berkaitan.
2. Observasi atau mengamati proses pembuatan *tube* dan mesin-mesin yang digunakan di pabrik PT Pacific Equinox untuk menambah data laporan.
3. Wawancara dengan pihak dari PT Pacific Equinox untuk memperoleh data atau informasi terkait proses pembuatan *tube*.

E. Instrumen Pengambilan Data

Instrumen yang digunakan adalah kumpulan rumusan masalah yang sudah disiapkan sebelumnya untuk ditanyakan kepada pihak PT Pacific Equinox.

F. Metode Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian ini adalah menggunakan metode analisis kualitatif, yaitu dengan melakukan pencarian informasi tentang hubungan antara setiap tema dan melakukan peninjauan terhadap data yang diperoleh secara kualitatif.

G. Langkah-Langkah Observasi

Langkah-langkah observasi yang digunakan dalam pengumpulan data dan karya tulis ini adalah sebagai berikut.

1. Menuju PT Pacific Equinox.
2. Mendengarkan penyampaian materi dari pembicara PT Pacific Equinox.
3. Melakukan observasi pengamatan langsung di PT Pacific Equinox.
4. Merancang laporan hasil pengamatan.

H. Prosedur Penelitian

1. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan sebagai berikut.

Tabel 1. Tabel Tahap Pelaksanaan Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu
1.	Kunjungan ke Pabrik	15 Februari 2022
2.	Penyusunan Laporan	16 Februari 2022
3.	Penyelesaian Laporan di Luar Jam Pelajaran	17-21 Februari 2022
4.	Bimbingan dengan Guru Bahasa Indonesia dan Guru Bahasa Inggris	22-25 Februari 2022
5.	Pengumpulan <i>Softcopy</i>	28 Februari 2022
6.	Presentasi Hasil Studi Ekskursi	9 Maret 2022
7.	Pengumpulan <i>Hardcopy</i>	17 Maret 2022

Sumber: Data Penulis

BAB IV

PEMBAHASAN PENELITIAN

A. Profil PT Pacific Equinox

PT Pacific Equinox adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi *laminated tube* jenis ABL dan PBL. Perusahaan ini mampu mengembangkan berbagai macam desain, memproduksi *tube* dalam berbagai ukuran, dan aksesoris yang diperlukan (*cap*). PT Pacific Equinox dengan visi “*To be a market leader in Laminated Tube Business in Indonesia*” memiliki tujuan memuaskan konsumen dengan harga kompetitif, pengiriman cepat dalam pembuatan sampel dan barang jadi dengan kualitas tinggi, dan keamanan produk.

PT Pacific Equinox sudah memulai usahanya sejak tahun 1965 dengan nama PT Garuda Metalindo yang memproduksi *aluminium tube*. Hingga pada tahun 1978, diberdirikanlah PT Pacific Equinox dan mulai menyuplai *aluminium tube* ke Unilever. Pada tahun 1999, PT Pacific Equinox mendatangkan satu unit *Taiyo Machine* dan *Labelmen Printing Machine*, serta tiga unit *Low Speed Machine*. Pada tahun 2000, ditambahkan tiga unit *Low Speed Machine* dan pada tahun 2001 ditambahkan lagi dua unit *Low Speed Machine*. Hingga pada tahun 2002, PT Pacific Equinox akhirnya mendatangkan satu unit *High Speed Machine*.

Pada tahun 2005, PT Pacific Equinox juga terverifikasi ISO 9001 2000 dan menerima penghargaan sebagai *Preferred Unilever Supplier*. Pada tahun 2007, PT Pacific Equinox mendatangkan lagi satu unit *Taiyo Printing Machine* dari Jepang. Pada tahun 2009, PT Pacific Equinox kembali mendapatkan verifikasi ISO 9001 2008. Masih di tahun yang sama, PT Pacific juga menambahkan satu unit mesin Saesa. Pada tahun 2010, PT Pacific Equinox mendatangkan sembilan unit *Medium Speed Machine* dan pada tahun 2012 terverifikasi sebagai *Supplier Quality Approval*.

Pada tahun 2014, PT Pacific Equinox akhirnya menambahkan lagi satu unit *Labelmen Printing Machine* dan terverifikasi sebagai BrC IoP V4 (*British Retail Consortium/Institute of Packaging*) yang merupakan standar khusus industri yang didedikasikan untuk industri pengemasan, terutama industri pengemasan yang memiliki kontak langsung dengan makanan. Pada tahun 2016, PT Pacific equinox mendatangkan *Digital Printing Machine* dan *Combitool BM CSM 180 Machine* yang masih digunakan sampai sekarang.

B. Hasil Pengamatan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, didapatkan bahan baku utama yang digunakan oleh PT Pacific Equinox dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Plastik

Jenis- jenis plastik yang digunakan oleh PT. Pacific Equinox dibagi menjadi enam, yaitu:

- a. *Polyethylene terephthalate (PET)*
- b. *High-density polyethylene (HDPE)*
- c. *Polyethylene (PE)*
- d. *Linear Low Density Polyethylene (LLDPE)*
- e. *Ethylene vinyl alcohol (EVOH) barrier*
- f. Web 300/15 dan 350/ 15

2. Alumunium

Jenis- jenis aluminum yang digunakan oleh PT. Pacific Equinox dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. COEx (PE-EAA/AL/Coex EAA-PE/ LMDPE)
- b. Web 220/12, 272/12, dan 250/12

C. Pembahasan

Dalam proses pembuatan *laminated tube*, terdapat beberapa tahapan, yaitu:

1. Prepress

Gambar 1. Proses Prepress



Sumber: <https://pacific-equinox.com/web/index.php/prepress>

Pada awalnya, sebuah lembaran kertas film dicetak dengan gambar yang diinginkan menggunakan mesin repro. Setelah itu, kertas film dimasukkan ke mesin CTP (*Computer To-Plate*), yaitu mesin untuk proses pencetakan dengan cara digital pada lembaran plat untuk keperluan proses *printing*. Pada mesin tersebut lembaran kertas film disinari oleh sinar UV supaya tercetak ke plat plastik. Setelah gambar tercetak ke plat, plat dipasang menuju *taiyo printing machinery*.

2. Printing

Gambar 2. Proses Printing

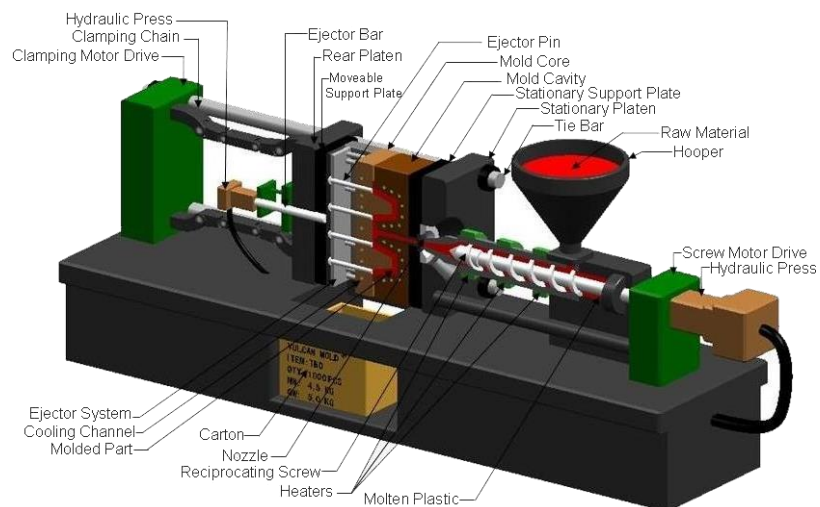


Sumber: <https://pacific-equinox.com/web/index.php/printing>

Pada *taiyo printing machinery*, plat dipasang melingkar pada bagian *roll*. Pada bagian bawah *roll* tersebut terdapat wadah berisi tinta UV supaya pada saat *web* berputar akan mengenai tinta UV tersebut. *Web* akan melewati bagian atas *roll* plat dan mengenai tinta UV yang menempel pada *roll* plat yang berputar. Pada bagian ini prinsipnya sama dengan stempel pada umumnya.

3. Injection

Gambar 3. Komponen Mesin *Compress Injection*



Sumber: <https://www.myplasticmold.com/injection-molding-machine.png>

Semua mesin *compress injection* pada proses *injection* menggunakan prinsip pompa hidrolik dengan kekuatan mencapai 1500 MPa. Pertama, bijih plastik akan dilelehkan dalam suhu 300°C. Jika suhu yang diberikan terlalu rendah, bijih plastik tidak cukup lunak untuk dibentuk. Akan tetapi, jika suhu yang diberikan terlalu tinggi, bijih plastik akan meluber dan dapat terjadi kebocoran.

Bijih plastik yang telah dilelehkan akan ditekan menggunakan *screw* dengan sistem pompa hidrolik yang bertekanan 86 Bar. Awalnya, tekanan diberikan pada penampang kecil. Menurut hukum Pascal, tekanan tersebut akan diteruskan hingga ke segala arah sampai mencapai penampang yang lebih besar dengan besar tekanan yang sama. Luas penampang sebanding dengan gaya sehingga luas penampang yang besar akan menghasilkan gaya tekan yang lebih besar. Proses pembentukan *cap* atau *shoulder* membutuhkan gaya tekan yang besar sehingga memerlukan pompa hidrolik untuk menghemat tenaga. Hasil dari bijih plastik yang telah ditekan akan cepat membeku dan terbentuklah *cap* atau *shoulder* untuk *laminated tube*. Jika tekanan yang diberikan terlalu besar, *cap* akan mengalami *flashing*. *Flashing* adalah kondisi ketika terdapat material lebih yang ikut membeku di pinggir-pinggir *cap*. Berbanding terbalik jika tekanan yang diberikan terlalu kecil, *cap* tidak akan terbentuk dengan sempurna dan ada bagian yang rumpang.

4. Tube Making

Gambar 4. *Tube Making Process*



Sumber: <https://pacific-equinox.com/web/index.php/tube-making>

Proses printing akan menghasilkan *web* yang akan menuju mesin *slicing web* dan digulung menjadi berbentuk *roll*. *Roll* akan dipotong sesuai ukurannya menggunakan sensor dan jadilah gulungan *tube*. Setelah itu, pada bagian sambungan akan direkatkan menggunakan pemanas dengan suhu sekitar 67-68°C. Lima meter awal hasil gulungan *tube* akan dibuang karena sambungan yang direkatkan belum mendapatkan panas yang stabil. Pada lima meter awal gulungan, pemanas masih meningkatkan suhu dari suhu awal yang cenderung dingin sehingga risiko tube mengalami kecacatan lebih besar.

5. Quality Inspection

Setelah *tube* dan *cap* atau *shoulder* telah disatukan, akan dilanjutkan pada proses *quality inspection*. Pada proses ini dilakukan pengecekan pada *tube* untuk menghindari barang cacat terkirim ke konsumen. Terdapat tiga tahapan pengecekan produk, yaitu *visual inspection*, *dimension measurement*, dan

functional test. Tiga tahapan pengecekan ini dilakukan dengan berbagai macam alat yang berbeda, tergantung pada tahap pengecekannya.

Visual inspection adalah tahap pertama dalam pengecekan. Pada tahapan ini, *tube* akan diperiksa secara tampilan visualnya. Pada *visual inspection* terdapat tiga tingkat kecacatan produk, yaitu *critical*, *major*, dan *minor*. Salah satu contoh *critical issue* adalah *damage cracking*. *Damage cracking* bisa disebabkan oleh dua hal, yaitu kesalahan parameter dan ketidakcocokan bahan material dengan isinya. Kesalahan parameter terjadi ketika suhu yang diberikan pada proses *injection* kurang stabil sehingga ada bagian bijih plastik yang sudah membeku terlebih dahulu. Temperatur suhu normal dalam proses *injection* biasanya adalah 90°C. Kecacatan pada *cap* terjadi ketika temperatur proses injeksi berada dibawah atau diatas 90°C. Hal ini menyebabkan bijih plastik tidak sama rata ketika ditekan. Sedangkan ketidakcocokan material menyebabkan kebocoran ketika *tube* diisi *filling* oleh pihak konsumen. Biasanya hal ini terjadi karena sifat *filling* yang terlalu korosif atau merusak.

Tahap kedua pengecekan adalah *dimension measurement*. Pada proses pengecekan *dimension measurement* menggunakan alat bernama *Go-noGo Tools*. *Tube* akan dimasukkan ke dalam lubang *Go*. Bila *tube* bisa masuk dalam lubang *Go*, diameter *tube* sudah sesuai. Diameter *tube* tidak sesuai standar ketika *tube* tersebut tidak bisa masuk dalam lubang *Go*. Selanjutnya *tube* akan dimasukkan ke dalam lubang *no-Go*. Bila *tube* tidak bisa masuk ke dalam lubang *no-Go*, diameter *tube* sudah sesuai. Namun bila *tube* bisa masuk ke dalam lubang *no-Go*, diameter *tube* tidak sesuai.

Tahap terakhir pada proses pengecekan adalah *functional test*. Pada tahap ini dilakukan beberapa tes fungsional pada *tube*, seperti *bursting test*, *leakage test*,

dan *torque test*. *Bursting test* adalah pemberian tekanan sebesar 1,8-2 Bar pada *tube* untuk memastikan kekuatan sambungan antara *shoulder* dengan *tube*. *Leakage test* adalah tes untuk mengecek kebocoran pori-pori pada *tube*. Bila muncul gelembung pada *tube* saat proses *leakage test*, artinya *tube* tersebut mengalami kebocoran. *Torque test* adalah proses pengecekan keerasan *cap* dengan *shoulder*-nya.

Dalam setiap tahapan akan dilakukan inspeksi dari tim *quality inspection*. Setelah barang lolos semua tahap pemeriksaan, selanjutnya dilakukan pemeriksaan akhir seluruh spesifikasi barang. Mesin akan di-*resetting* ketika dalam proses pemeriksaan ditemukan kecacatan produk. Setelah melakukan *resetting* dan produksi ulang, tim *quality inspection* akan melakukan pemeriksaan lagi. Bila lolos, akan lanjut ke tahap pemeriksaan berikutnya. Akan tetapi, bila tidak lolos, akan dilakukan *resetting* hingga barang lolos pemeriksaan. Akhirnya, barang siap dikirim ke konsumen setelah lolos pemeriksaan akhir.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang fokus mempelajari seputar sifat dan fenomena alam serta interaksi di dalamnya, seperti materi, energi, dan perubahan zat, baik yang sifatnya mikroskopis hingga makroskopis. Salah satu penemuan penting mengenai ilmu fisika adalah mesin produksi yang mengandalkan tekanan. Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas permukaan atau bidang tekanan. Fenomena tekanan sangat familiar dalam kehidupan sehari-hari dan industri. Contohnya, mesin *compress injection* pada proses pembuatan *tube*. *Compress injection* adalah proses manufaktur plastik yang menggunakan gaya tekan dan hukum Pascal.

Compress injection digunakan dalam proses pembuatan *laminated tube*. *Laminated tube* atau bisa disebut juga sebagai tabung berlaminasi adalah gabungan dari tabung plastik dan tabung aluminium. Banyak pabrik manufaktur menjadi produsen *laminated tube*, salah satunya adalah PT Pacific Equinox. PT Pacific Equinox merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi *laminated tube* jenis *aluminium barrier laminate (ABL)* dan *plastic barrier laminate (PBL)*.

Ada beberapa tahapan pada proses produksi *laminated tube* di PT Pacific Equinox, yaitu *prepress*, *printing*, *injection*, *tube making*, dan *quality inspection*. Pada awalnya, sebuah lembaran kertas film dicetak dengan gambar yang diinginkan menggunakan mesin repro. Pada bagian bawah roll tersebut terdapat wadah berisi tinta UV supaya saat *web* berputar akan mengenai tinta UV tersebut. *Web* akan melewati bagian atas *roll* plat dan mengenai tinta UV yang menempel pada *roll* plat yang berputar. Proses *printing* akan menghasilkan *web* yang digulung lagi berbentuk *roll*.

Pada proses *injection* hasil dari bijih plastik yang ditekan akan cepat membeku dan terbentuklah *cap* atau *shoulder* dari *laminated tube*. Tekanan yang diberikan berasal dari sistem pompa hidrolik yang menerapkan hukum Pascal. Kemudian, pada proses *tube making, roll* akan dipotong sesuai ukurannya menggunakan sensor dan jadilah gulungan *tube*. Terakhir, pada proses *quality inspection* dilakukan pengecekan pada tube untuk menghindari barang cacat terkirim ke konsumen. Ada 3 tahapan pengecekan produk, yaitu *visual inspection, dimension measurement, dan functional test*.

Dengan demikian, ilmu fisika diterapkan dalam semua proses pembuatan *laminated tube*. Ilmu fisika yang berfokus pada konsep tekanan dan hukum Pascal banyak diterapkan pada tahapan *injection* yang menggunakan mesin *compress injection*. Pengaplikasian ilmu fisika harus diperhatikan demi menjamin kerja mesin yang sesuai standar prosedur.

B. Saran

Demi mendapatkan hasil produksi yang maksimal, PT Pacific Equinox sebaiknya melakukan pengecekan rutin terhadap mesin-mesin pabrik. Pengecekan setidaknya dilakukan seminggu sekali agar kerusakan terkecil dapat segera terdeteksi. Saat digunakan, mesin-mesin tersebut juga harus dalam pengawasan yang ketat. Jika terdapat komponen yang rusak, kinerja mesin menjadi tidak efektif dan efisien. Kinerja mesin memengaruhi bentuk *laminated tube* yang dihasilkan. Selain itu, PT Pacific Equinox perlu melakukan perawatan pada mesin-mesin terutama mesin-mesin yang sudah lama. Jika memungkinkan, sebaiknya PT Pacific Equinox mengganti mesin-mesin lama yang rawan rusak dengan mesin-mesin baru yang memiliki teknologi lebih canggih. Hal tersebut agar produksi *laminated tube* dapat meningkat dan mendatangkan keuntungan bagi PT Pacific Equinox.

LIST OF REFERENCES

- Arikunto, S. (2006). *Metode penelitian kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara
- Anonymous. (2020). "A tube overview – What's the best tube for your product?". Globalparksource.com. Retrieved on 27th January 2022 from <https://globalpacksource.com/2018/04/whats-the-best-tube-for-your-products>
- Anonymous. (2020). "Hukum pascal". Zenius.net. Retrieved on 20th February 2022 from <https://www.zenius.net/prologmateri/fisika/hukum-pascal>
- Anonymous. (2019). "Injection". Pacific-equinox.com. Retrieved on 27 January 2022 from <https://pacific-equinox.com/processes/injection>
- Anonymous. (2021). "Laminated tubes manufacturer". Alltub.com. Retrieved on 17th February 2022 from <https://www.alltub.com/en-gb/products/laminate-tubes/>
- Campbell, F. C. (2003). *Manufacturing processes for advanced composites*. London: Elsevier Science
- Davis, A; et. al. (2009). *Science the definitive visual guide*. New York: DK Publishing
- Herbalindo, N. (2020, 20th October). "Sinar ultraviolet: Pengertian, jenis, manfaat, dan bahayanya pada kesehatan". Nose.co.id. Retrieved on 25th February 2022 from <https://nose.co.id/manfaat-sinar-ultraviolet>
- Kanginan, M. (2013). *Fisika untuk SMA/MA kelas XI kelompok perminatan matematika dan ilmu-ilmu alam*. Cimahi: Penerbit Erlangga
- Kresno, A. (2018, 7th August) "Fisika kelas 11 | Tekanan hidrostatis, hukum pascal dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari". Rungguaru.com. Retrieved on 25th February 2022 from <https://www.ruangguru.com/blog/hukum-pascal>
- Lasmi, N. K. (2017). *Mandiri mengasah kemampuan diri fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Mulachela, H. (2021, 4th November). "Rumus tekanan: Satuan, jenis, dan contoh soal". Katadata.co.id. Retrieved on 11th February 2022 from <https://katadata.co.id/safrezi/berita/61838e66e91d3/rumus-tekanan-satuan-jenis-dan-contoh-soal>
- Prihamita, E.; Cahyono, Y. E.; & Chasanah, R. (2021). *PR buku interaktif fisika untuk SMA/MA perminatan matematika dan ilmu-ilmu alam kelas XI semester 2*. Yogyakarta: Penerbit Intan Pariwara
- Rahman, I. (2022). "Hukum pascal". Studiobelajar.com. Retrieved on 20th February 2022 from <https://www.studiobelajar.com/hukum-pascal/>

Shandy, D. (2020). “Pengertian fisika (tujuan fisika dan teori para ahli)”. Pusatilmupengetahuan.com. Retrieved on 18th February 2022 from <https://www.pusatilmupengetahuan.com/pengertian-fisika/>

Todd, R. H.; Allen, D. K.; & Alting, L. (1994). *Manufacturing processes reference guide*. New York: Industrial Press, Inc.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Produk





Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan



