

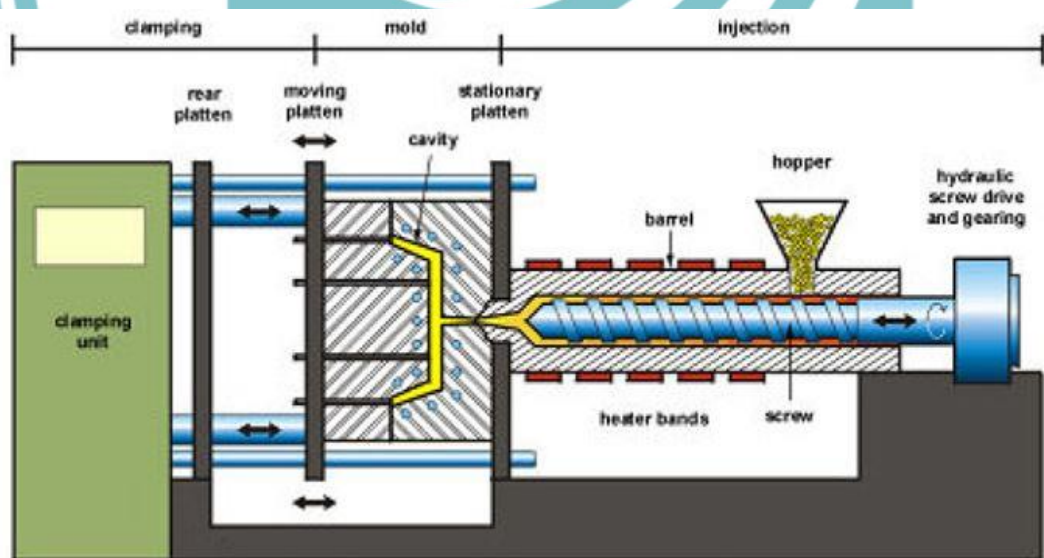
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mesin *injection molding*

*Injection molding* merupakan salah satu teknik pada industri manufaktur untuk mencetak material dari berbagai thermoplastik. *Injection molding* merupakan metode proses produksi yang cenderung digunakan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen yang kecil dan berbentuk rumit, dimana biayanya lebih murah jika dibandingkan dengan menggunakan metode-metode lain yang biasa digunakan. Dalam proses *injection molding* terdapat tiga komponen penting, yaitu bagian *Injection Unit*, *Molding Unit*, *Clamping Unit*. Ketiga komponen ini merupakan satu kesatuan yang saling berhubungan secara otomatis. Ketiga komponen tersebut secara sederhana dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 1 Bagian bagian *injection molding*

(Sumber: Abdurrokhman, 2012)

#### 2.1.1 *Clamping Unit*

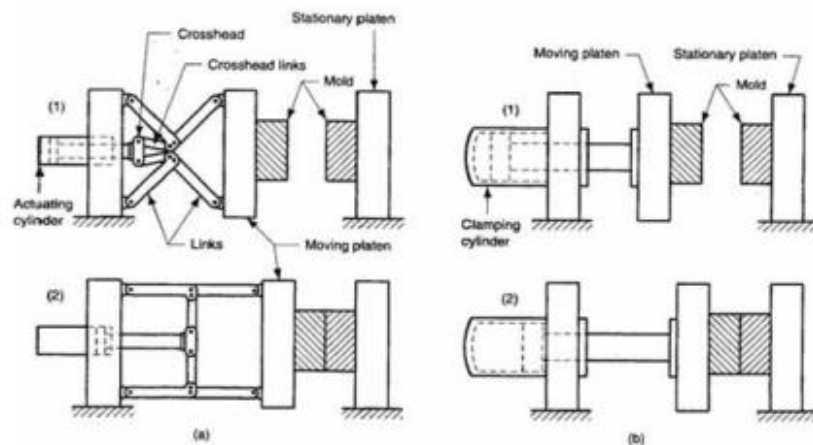
*Clamping Unit* berfungsi untuk memegang dan mengatur gerakan dari *mold* unit, serta gerakan ejector saat melepas benda/produk dari *Molding Unit*, pada *Clamping Unit* bisa mengatur berapa panjang gerakan *mold* saat di buka dan berapa panjang ejector harus bergerak.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ada empat macam *Clamping Unit* namun yang dipakai pada umumnya hanya dua macam, yaitu *toggle clamp*, dan hidrolis *clamp*, berikut adalah macam–macam *Clamping Unit*:

- a) *Toggle clamp* yaitu *clamping system* yang menggunakan tenaga mekanis dari linkage untuk menghasilkan gaya yang dibutuhkan saat menahan cetakan selama injeksi
- b) *Hydraulic clamp* yaitu *clamping system* yang menggunakan tenaga hidrolis untuk menghasilkan *clamp force* secara langsung.
- c) *Hydromechanical clamp* yaitu *clamping system* yang menggunakan penggabungan tenaga *Toggle clamp* dengan *Hydraulic clamp* untuk meningkatkan kecepatan kerja mesin.
- d) *Hydroelectrical clamp* yaitu *clamping system* yang menggunakan penggabungan antara system hidrolis dan elektrik.



Gambar 2. 2 (a) *Toggle Clamping Unit* dan (b) *Hydraulic Clamping Unit*

### 2.1.1.1 Toggle Clamping Unit

*Toggle* adalah alat mekanis untuk memperkuat gaya. Dalam mesin *injection molding*, *toggle clamping* terdiri dari dua batang yang bergabung di ujungnya dan disatukan oleh sebuah *shaft*. Ujung satu batang dipasang pada *stationary platen*, dan ujung batang kedua dipasang pada *movable platen*. Ketika  *mold* dibuka, *toggle clamping* akan berbentuk V. ketika tekanan diterapkan pada poros, dua batang akan membentuk garis lurus.

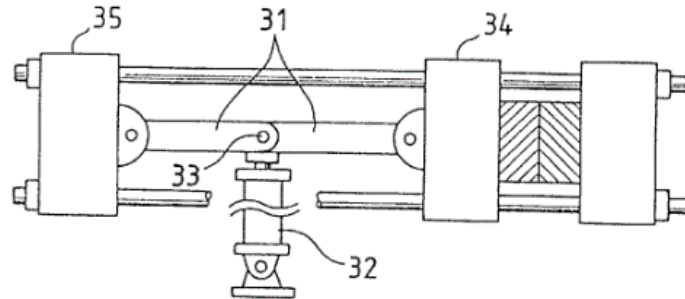


**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

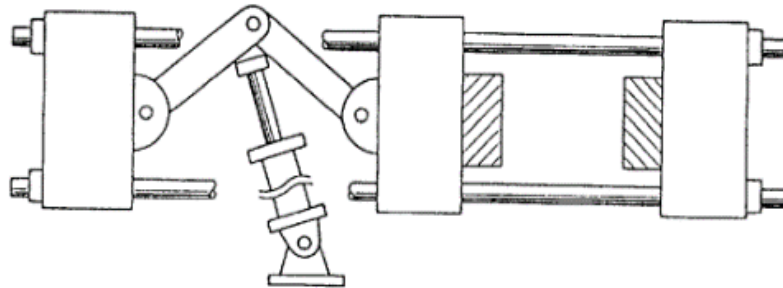
Terdapat 2 jenis *Toggle Clamping Unit* yang digunakan pada mesin *injection molding*, yaitu:

1. *Single Toggle Clamping Unit*



Gambar 2. 3 *Single Toggle Clamping Unit (Close)*

(Sumber : *MOLD CLAMPING MECHANISM OF AN INJECTION MOLDING MACHINE*, Ito Susumu, et all, 1996)



Gambar 2. 4 *Single Toggle Clamping Unit (Open)*

(Sumber : *MOLD CLAMPING MECHANISM OF AN INJECTION MOLDING MACHINE*, Ito Susumu, et all, 1996)

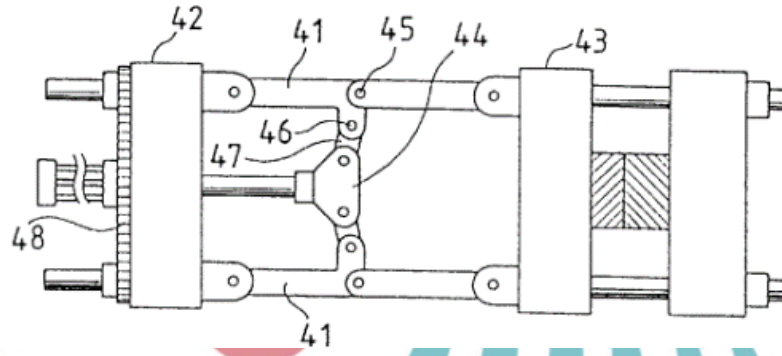
*Single Toggle Clamping Unit* dirancang sedemikian rupa sehingga piston silinder hidrolik **32** dapat berosilasi, yang terletak pada sudut yang tepat di *toggle link* **31** dalam keadaan terkunci. Silinder hidrolik dipasang secara *pivot* pada bagian sampul **33** dari *toggle link* **31**. *Toggle link* **31** dapat dibentangkan dengan cara mendorong atau menarik bagian sambungan **33** dari *toggle link* **31** melalui ekstensi dari piston hidrolik **32**. Dimana ada *movable platen* **34** yang bergerak untuk melakukan pembukaan *mold* (Open) atau proses *clamping* (Close). Bagian dari tepi *toggle link* **31** dipasang secara *pivot* tepat ditengah bagian dari *rear platen* **35** dan *movable platen*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

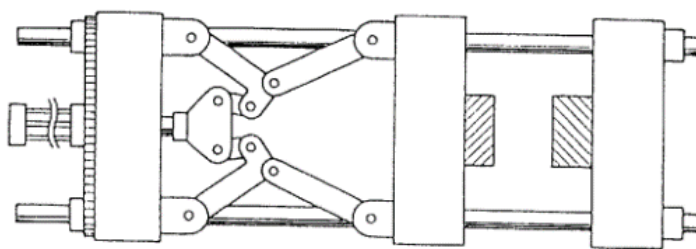
34. Dan pada bagian bawah piston silinder 32 yang menyebabkan *toggle link* 31 untuk membenteng atau merenggang dipasang secara pivot untuk gerakan kejut pada bagian atasnya.

2. Double *Toggle Clamping Unit*



Gambar 2. 5 Double *Toggle Clamping Unit* (Close)

(Sumber : MOLD CLAMPING MECHANISM OF AN INJECTION MOLDING MACHINE, ItoSusumu, et all, 1996)



Gambar 2. 6 Double *Toggle Clamping Unit* (Open)

(Sumber : MOLD CLAMPING MECHANISM OF AN INJECTION MOLDING MACHINE, Ito Susumu, et all, 1996)

*Double Toggle Clamping Unit* dirancang sedemikian rupa sehingga kedua *toggle link* 41 dapat berhubungan. Dimana kedua *toggle link* dapat ditebuk terhadap satu sama lain secara sejajar di posisi atas dan bawah diantara *rear platen* 42 dan *movable platen* 43. Terdapat *crosshead* 44 yang dapat bergerak ketika terjadi pembukaan  *mold* (open) atau ketika posisi *clamping* dibutuhkan diantara kedua *toggle link* 41. Bagian ujung dari penghubung *crosshead* 47 dipasang secara *pivot* pada bagian penghubung 45 yang ditempatkan pada setiap *toggle link* 41. Dengan menggerakkan *crosshead* 44 kearah horizontal, kedua pasang *toggle link* 41 akan menekuk dan terbentangan secara bersamaan, dimana *movable platen* 43 digerakkan

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

untuk melakukan pembukaan  *mold*  atau  *clamping* . Pada gambar 2.5 ditunjukkan  *toggle link 41*  pada posisi meregang penuh atau posisi lock-up. Pada gambar 2.6 ditunjukkan  *mold*  pada saat proses pembukaan  *mold*  (open)

**2.1.1.2 Perhitungan kekuatan material pin toggle clamping unit**

Perhitungan kekuatan material pin toggle clamping unit dilakukan untuk menentukan apakah kerusakan disebabkan oleh penggunaan material yang tidak sesuai. Rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan kekuatan material pin toggle clamping unit adalah sebagai berikut:

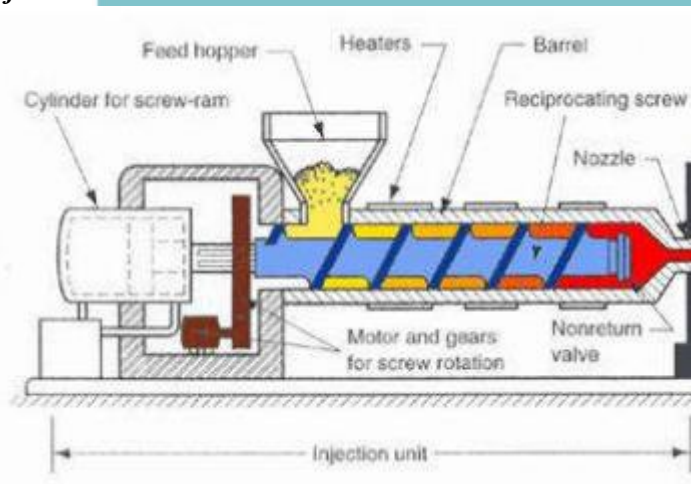
$$\tau = \frac{F}{A}$$

(Sumber: Sularso, 2004)

Dengan keterangan:

- T = Tegangan geser (N)
- F = Gaya maksimum yang terjadi pada pin (N)
- A = Luas permukaan pin toggle (mm<sup>2</sup>)

**2.1.2 Injection Unit**



Gambar 2. 7 Injection Unit

(Sumber: Sinotech.com)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan Laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Injection Unit* berfungsi untuk melelehkan dan memasukkan material plastik ke rongga cetakan atau *mold*. *Injection Unit* terdiri dari beberapa bagian antara lain :

a) *Motor dan transmission gear* unit

Bagian ini berfungsi menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar *screw*, sedangkan transmisi unit berfungsi untuk memindahkan daya dari putaran motor ke putara *screw*, dan mengatur tenaga yang disalurkan agar pembebebanan tidak terlalu besar (Oktaviandi,2012).

b) *Cylinder for screw ram*

Bagian ini berfungsi untuk menjaga putaran *screw* agar tetap konstan pada saat proses injeksi (Ajis, 2010).

c) *Hopper*

*Hopper* berfungsi sebagai tempat material plastik sebelum masuk ke *barrel* sekaligus menjaga kelembapan dari material plastik, sehingga saat produk-produk yang dihasilkan akan optimal (Oktaviandi, 2012).



Gambar 2. 8 Hopper

d) *Barrel*

*Barrel* yang berfungsi sebagai tempat *Cylinder barrel* memiliki elemen pemanas yang disebut *heater*. Temperature panas pada barrel dapat disesuaikan dengan material yang akan digunakan pada proses injeksi (Oktaviandi,2012).

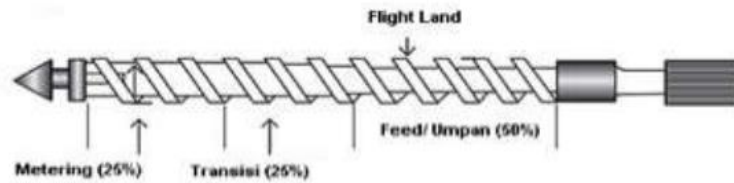
e) *Screw*

Yuswinanto (2016) *Screw* yang berfungsi untuk mencampur material polimer, dan berfungsi sebagai piston untuk mendorong material plastik

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

cair kedalam rongga cetakan. *Screw* pada *barrel* dibagi menjadi tiga zona yaitu zona pengisian (*metering*), zona *kompresi*, dan zona pengumpan (*feeding*). Zona kompresi merupakan tempat material plastik dilelehkan. Energi yang terdapat pada kompresi berasal dari pergeseran material (friksi) dan kompresi yang berasal dari putaran *screw* dengan 3 zona. (Gambar 2.8)



Gambar 2. 9 Screw 3 zone  
(Sumber: Yuswinanto,2016)

f) *Nonreturn valve*

*Nonreturn Valve* ini berfungsi untuk menghambat atau mencegah aliran plastik yang telah meleleh agar tidak kembali ke *screw* .

g) *Nozzle*

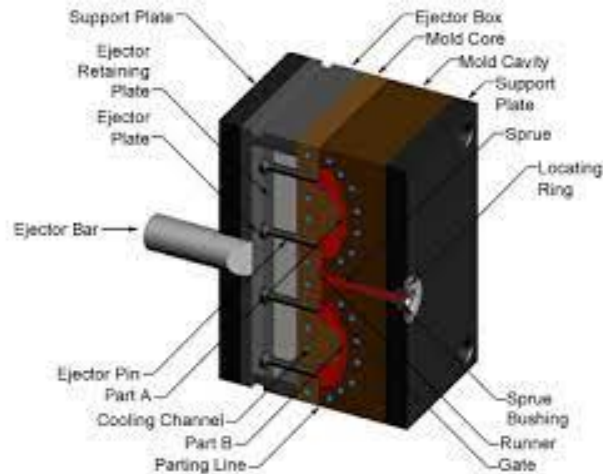
*Nozzle* ini berfungsi sebagai penghubung antara *mold* dengan unit injeksi, penahan kebocoran/sealing, dan penyempitan pada nozel untuk mempertinggi kecepatan

**2.1.3 Molding Unit**

*Mold Unit* adalah bagian terpenting untuk mencetak produk plastik, bentuk benda / produk plastik sangat tergantung dari bentuk *mold*, karena setelah material plastik mencair kemudian akan diinjeksikan ke dalam cetakan atau *mold*, dan dinginkan maka terbentuklah produk plastik sesuai dengan bentuk *mold*, ada berbagai tipe *mold*, di sesuaikan dengan bentuk benda yang akan dibuat (Oktaviandi, 2012).

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 2. 10 Mold unit  
(Sumber: Yuswinanto, 2016)

## 2.2 Maintenance

Menurut (Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson: 1994) perawatan atau *maintenance* merupakan serangkaian kebijakan yang diperlukan untuk mempertahankan atau mengembalikan suatu barang dalam keadaan operasional yang efektif. Pengertian ini dapat disimpulkan perawatan pada mesin adalah suatu aktivitas yang dilakukan untuk menjaga kondisi performa mesin sehingga komponen atau mesin dapat bekerja dengan optimal. Perawatan juga mencakup semua tindakan yang diperlukan untuk mampu mempertahankan dan menjaga kualitas produk agar tidak terjadinya kerusakan atau gangguan pada mesin sehingga memproduksi produk bisa mencapai target yang sesuai diinginkan oleh perusahaan.

## 2.3 Tujuan Maintenance

Tujuan utama dari *maintenance* adalah (Assauri, 2004):

1. Kemampuan produksi dapat mencukupi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang diperlukan oleh produk tersebut dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Untuk membantu meminimalisir pemakaian dan penyimpangan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi itu sendiri.

4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan sekecil mungkin, dengan melakukan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien secara menyeluruh.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan (*return of investment*) yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

#### 2.4 Klasifikasi *Maintenance*

Pemeliharaan dapat dikategorikan sebagai tiga jenis perawatan diantaranya adalah:

##### 1. Sistem Pemeliharaan Ulang (*Corrective Maintenance*)

Pemeliharaan korektif merupakan kegiatan perawatan yang tidak terjadwal, artinya tindakan perawatan yang tidak terjadwal dikarenakan penyebab dari suatu kegagalan sistem produk. Kegiatan Pemeliharaan korektif ini dilakukan setelah komponen mengalami kerusakan yang tujuannya untuk mengembalikan kondisi sistem yang rusak tersebut pada kondisi semula. Pada perawatan tersebut dapat mengidentifikasi dan verifikasi beberapa gejala kegagalan yaitu isolasi kegagalan, pengecekan pada bagian yang mengalami kerusakan, melakukan pemindahan dan pemeliharaan komponen atau penggantian di tempat. Sistem pemeliharaan ini dilakukan jika terjadinya kerusakan sudah di prediksi.

##### 2. Sistem Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Pemeliharaan *preventive* merupakan dimana aktivitas pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, kegiatan ini bertujuan untuk mempertahankan akibat terjadinya kegagalan, memeriksa kegagalan, menurunnya performa tingkat keandalan komponen atau menemukan penyebab kerusakan yang tidak diprediksi dan meningkatkan ketersediaan komponen sistem tersebut.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Preventive maintenance* dapat dikategorikan menjadi empat bagian diantaranya yaitu:

a) *Time Directed Maintenance*

Pemeliharaan terarah waktu ini merupakan kegiatan perawatan ini dilakukan berdasarkan waktu variabel. Kegiatan lainnya untuk menerapkan sistem *time directed maintenance* ada dua kebijakan tersebut yang pertama *periodic maintenance* ialah pencegahan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal yang bertujuan untuk penggantian suatu komponen berdasarkan waktu yang sudah ditentukan. Sedangkan yang kedua *non-condition maintenance* adalah pencegahan pemeliharaan yang dilakukan kegiatan dari operator seperti *cleaning, inspection dan lubriacation*. Ada dua jenis faktor yang mendasari untuk kegiatan berdasarkan waktu perawatan:

- Faktor keselamatan dan keamanan  
Keselamatan dan keamanan merupakan faktor kebijakan yang sangat penting untuk keselamatan pekerja, apabila tidak diterapkan maka nyawa operator yang jadi resikonya jika terjadi kecelakaan pada kegiatan pemeliharaan.
- Faktor Ekonomi  
Faktor keuangan ini dilakukan untuk kegiatan pemeliharaan itu sendiri membutuhkan biaya yang sangat besar apabila terjadinya kerusakan pada komponen tersebut. Oleh karena itu perawatan pencegahan dengan penggantian komponen dilakukan secara terjadwal pada waktu interval tertentu.

b) *Condition Based Maintenance*

Pemeliharaan berdasarkan kondisi merupakan pencegahan yang sesuai dilakukan untuk kondisi yang berlangsung dimana variabel waktu dapat dipastikan secara tepat. Kebijakan keadaan terjadi seperti ini bisa dilakukan dengan memprediksi perawatan (*predictive maintenance*), kegiatan tersebut merupakan perawatan yang dilakukan secara benar-benar diperlukan dengan pemulihan ke tingkat awal.

c) *Failure Finding*





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penemuan kegagalan atau *failure finding* merupakan kegiatan pencegahan dengan memeriksa fungsi yang tidak dapat diketahui (*hidden function*) secara periodik agar memastikan suatu komponen kapan akan mengalami kerusakan.

d) *Run To Failure*

Kegiatan ini bisa disebut juga dengan perawatan tidak terjadwal dimana kegiatan pemeliharaan tersebut tidak melakukan usaha dan mengevaluasi untuk mengatasipasi kerusakan. Suatu komponen jika tidak dilakukan perawatan sehingga dibiarkan begitu saja bekerja maka kejadian ini sangat merugikan perusahaan itu sendiri karena mengalami keterhambatan suatu proses produksi.

3. **Pemeliharaan Prediktif (*Predictive Maintenance*)**

Pemeliharaan prediktif merupakan kegiatan perawatan dengan tujuan untuk pendeteksian timbulnya penurunan suatu komponen. Untuk perawatan seperti ini dibutuhkan mencari penyebab faktor gangguannya. Faktor tersebut harus dihilangkan dengan dilakukan langkah-langkah pencegahan yang sesuai, sebelum suatu sistem dapat mengalami dampak penurunan secara signifikan.

2.5 **Root Cause Analysis**

*Root Cause Analysis (RCA)* adalah suatu metode pemecahan masalah yang memiliki tujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah atau peristiwa. Praktek *Root Cause Analysis (RCA)* didasarkan pada keyakinan bahwa masalah masalah yang terbaik dipecahkan dengan memperbaiki atau menghilangkan akar penyebab, bukan hanya untuk segera mengatasi gejala yang jelas. Dengan mengarahkan langkah – langkah perbaikan pada akar permasalahan, di harapkan bahwa kemungkinan terulangnya masalah akan diperkecil. Demikian *Root Cause Analysis (RCA)* sering dianggap sebagai suatu proses berulang – ulang dan sering dipandang sebagai alat perbaikan terus menerus.

2.6 **Fungsi Root Cause Analysis**

Fungsi dari *Root Cause Analysis (RCA)* antara lain:

- Mengidentifikasi potensi kegagalan dari suatu proses.





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Mencatat efek yang akan timbul jika benar-benar terjadi kegagalan.
- Membuat daftar dan prioritas tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko kegagalan.
- Menemukan penyebab potensial dari kesalahan dan resiko yang ditimbulkan.

## 2.7 Jenis Tools pada *Root Cause Analysis*

Tools atau alat bantu yang dapat digunakan ketika menggunakan metode *Root Cause Analysis (RCA)* yaitu:

### 1. *Fault Tree Analysis*

*Fault Tree Analysis* adalah suatu teknik pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang berperan terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*Top Event*) kemudian merinci sebab-sebab suatu *Top Event* sampai pada suatu kegagalan dasar.

### 2. *Event Tree Analysis*

*Event Tree Analysis* merupakan salah satu teknik pendekatan yang digunakan untuk mengevaluasi urutan peristiwa dalam skenario kecelakaan yang potensial. ETA menggunakan struktur pohon logikavisual yang dikenal sebagai pohon kejadian (ET). Tujuan dari ETA adalah untuk menentukan apakah suatu kejadian akan berkembang menjadi sebuah kecelakaan serius atau jika peristiwa tersebut dapat dikendalikan oleh sistem keselamatan dan prosedur yang diterapkan dalam desainsistem. ETA dapat menghasilkan berbagai kemungkinan hasil keluaran dari sebuah kejadianawal, dan dapat memprediksi kemungkinan terjadinya kecelakaan untuk setiap hasil keluaran.

### 3. *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* adalah pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh engineers untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial dan efeknya. Secara umum, FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*) didefinisikan sebagai sebuah teknik yang

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mengidentifikasi tiga hal, yaitu : Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya, Efek dari kegagalan tersebut, Tingkat kekritisannya efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

#### 4. *Systematic Cause and Analysis Tool (SCAT)*

SCAT adalah suatu tool yang digunakan untuk mengevaluasi dan menginvestigasi incident dengan menggunakan *SCAT chart*. Uraian tentang lima blok dalam SCAT Sebagai berikut:

- Pada blok pertama diisi tentang diskripsi dari incident
- Blok yang kedua diisi tentang berbagai hal yang dapat memicu timbulnya kecelakaan.
- Blok ketiga berisikan tentang immediate cause.
- Blok yang keempat berisikan basic cause.
- Blok yang kelima berisikan tentang tindakan yang dapat dilakukan untuk mensukseskan loss control program.

#### 5. *Bird and Loftus*

*Loss Causation* Teori ini telah membawa dasar untuk mendapatkan hasil investigasi yang cukup akurat pada zamannya dan masih sering digunakan oleh beberapa perusahaan maupun individu untuk mendapatkan hasil investigasi kecelakaan maupun incident yang terjadi dilapangan.

#### 6. *Fish Bone Diagram*

*Fishbone diagram* sering disebut *Cause and Effect diagram* adalah sebuah diagram yang menyerupai tulang ikan yang dapat menunjukkan sebab akibat dari suatu permasalahan (John Bank, 1992). *Fishbone diagram* digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berpikir pada rutinitas.

Faktor-faktor yang menjadi penyebab utama yang mempengaruhi kualitas pada *fishbone diagram* terdiri dari 5M + 1E yaitu *machine* (mesin), *man* (manusia), *method* (metode), *material* (bahan produksi), *measurement* (pengukuran), dan *environment* (lingkungan). Faktor-faktor

tersebut berguna untuk mengelompokkan jenis akar permasalahan ke dalam sebuah kategori.



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta







## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

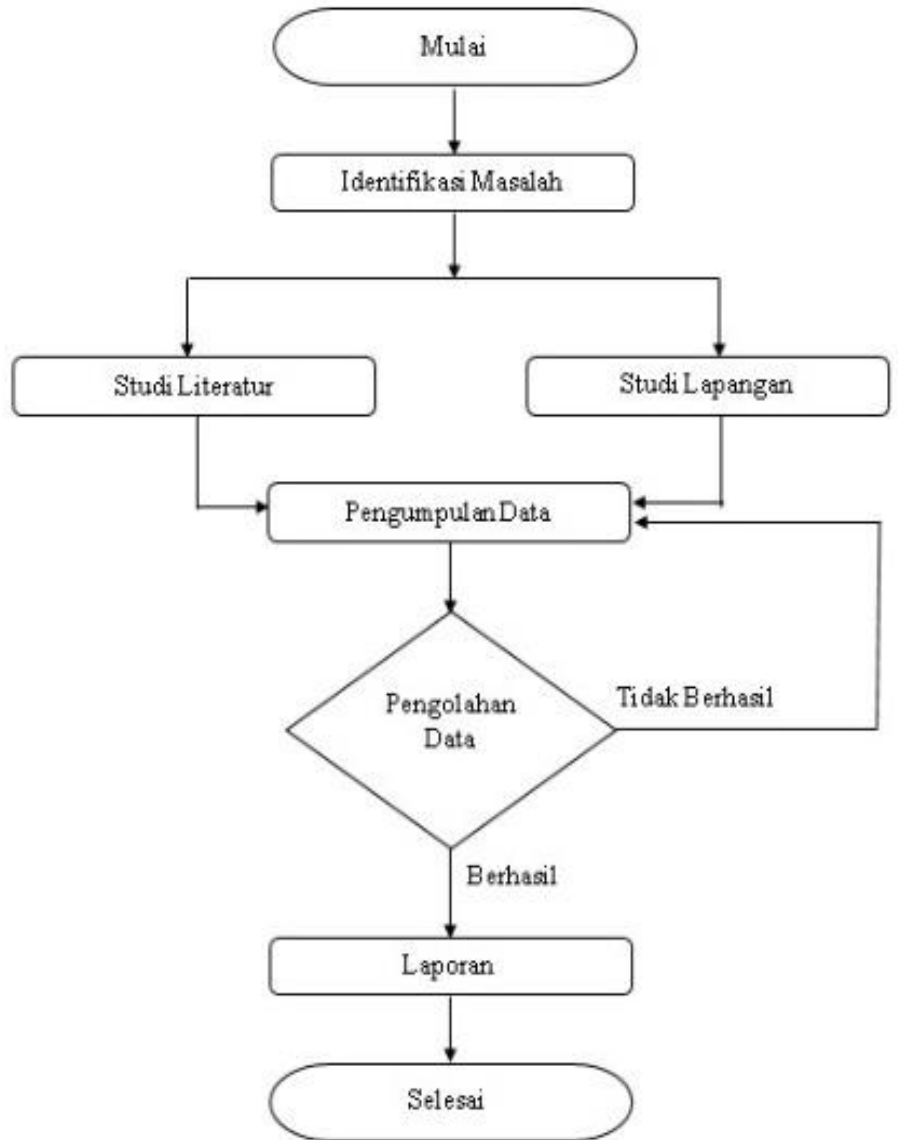


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB III METODOLOGI Pengerjaan TUGAS AKHIR

### 3.1 Diagram Alir Pengerjaan



Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

### 3.2 Penjelasan Langkah Kerja

Metode pelaksanaan yang digunakan untuk menyusun laporan Tugas Akhir ini adalah:

#### 3.2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara melakukan observasi dan analisis yang bertujuan untuk mengetahui dan memahami permasalahan yang terjadi dan menemukan solusi pada permasalahan kerusakan pin *toggle Clamping Unit* mesin *injection molding* Yizumi 450 Ton.

#### 3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengkaji referensi dari manual book, jurnal dengan penelitian sejenis, dan juga dokumen dari perusahaan yang terkait serta dari materi perkuliahan.

#### 3.2.3 Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara melakukan observasi dan wawancara untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk menganalisis terjadinya kerusakan pin *toggle Clamping Unit* mesin *injection molding* Yizumi 450 Ton. Data yang diambil adalah spesifikasi mesin, SOP perawatan dan perbaikan, dan jadwal preventive *maintenance* pada mesin tersebut. Wawancara dilakukan kepada *staff* repair dan *maintenance* yang melakukan perbaikan pada mesin tersebut

#### 3.2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang diperoleh baik dari studi literatur dan juga dari studi lapangan. Pengumpulan data bertujuan untuk mengidentifikasi tanda-tanda kerusakan yang terjadi pada mesin..

#### 3.2.5 Pengolahan Data

Tahap ini merupakan tahap menganalisis kerusakan. Metode yang digunakan yaitu *Root Cause Analysis* menggunakan fishbone diagram. Dengan mengacu pada data hasil observasi, studi literatur, dan wawancara yang sudah dilakukan selama kegiatan on job training. Jika hasil analisa data yang didapat tidak sesuai maka harus mengulang





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kegiatan kembali dari pengumpulan data kembali, apabila sudah sesuai maka dilanjutkan dengan membuat laporan.

### 3.3 Metode Pemecahan Masalah

*Root Cause Analysis* (RCA) adalah suatu metode untuk penyelesaian permasalahan yang mencoba untuk mengidentifikasi faktor penyebab dari suatu permasalahan atau kejadian yang tidak diharapkan. Praktek *Root Cause Analysis* (RCA) didasarkan pada keyakinan bahwa masalah – masalah yang terbaik dipecahkan dengan memperbaiki atau menghilangkan akar penyebab, bukan hanya untuk segera mengatasi gejala yang jelas. Dengan mengarahkan langkah – langkah perbaikan pada akar permasalahan, di harapkan bahwa kemungkinan terulangnya masalah akan diperkecil. Demikian *Root Cause Analysis* (RCA) sering dianggap sebagai suatu proses berulang – ulang dan sering dipandang sebagai alat perbaikan terus menerus.

Dalam menganalisis dengan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) ini terdapat beberapa cara yang bisa dilakukan, antara lain, *Fault Tree Analysis*, *Event Tree Analysis*, *Systematic Cause and Analysis Tool (SCAT)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Bird and Lotfus-Loss Causation*, dan *FishBone Diagram* (diagram Tulang Ikan). Penulis memilih untuk menentukan *Root Cause Analysis* (RCA) pada pin *toggle Clamping Unit* mesin *injection molding* Yizumi 450 Ton menggunakan tools diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*). *Fishbone diagram* bertujuan untuk menentukan faktor-faktor yang menjadi penyebab dan mengetahui akibat yang terjadi setelahnya. Metode *Fishbone* membantu melihat masalah dengan gambaran yang lebih luas sehingga bisa mengidentifikasi lebih fokus dan menentukan sebab akibat yang benar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kerusakan *Pin Toggle Clamping Unit*

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang terdiri dari pengamatan visual dan wawancara, diketahui bahwa ada beberapa kerusakan yang terjadi, salah satunya adalah kerusakan pada bagian *pin toggle clamping unit*. Dimana kerusakan yang terjadi pada pin toggle berupa deformasi pada bagian ujungnya. Hal ini menyebabkan proses produksi terganggu dan menyebabkan *downtime* akibat harus dilakukan *breakdown maintenance*.



Gambar 4. 1 Kerusakan pin toggle clamping unit

Gambar 4.1 diatas merupakan bagian *pin* yang mengalami patah di bagian ujungnya. Terdapat patahan yang cukup besar pada bagian ujung *pin*, dan harus segera dilakukan pergantian komponen tersebut dikarenakan jika tidak dilakukan pergantian maka akan menyebabkan berkurangnya kualitas produk yang di produksi. Gambar 4.2 merupakan perbandingan antara kondisi seharusnya *pin toggle* dan kondisi aktual. Dan Gambar 4.3 menjelaskan posisi kerusakan *pin toggle clamping unit*.

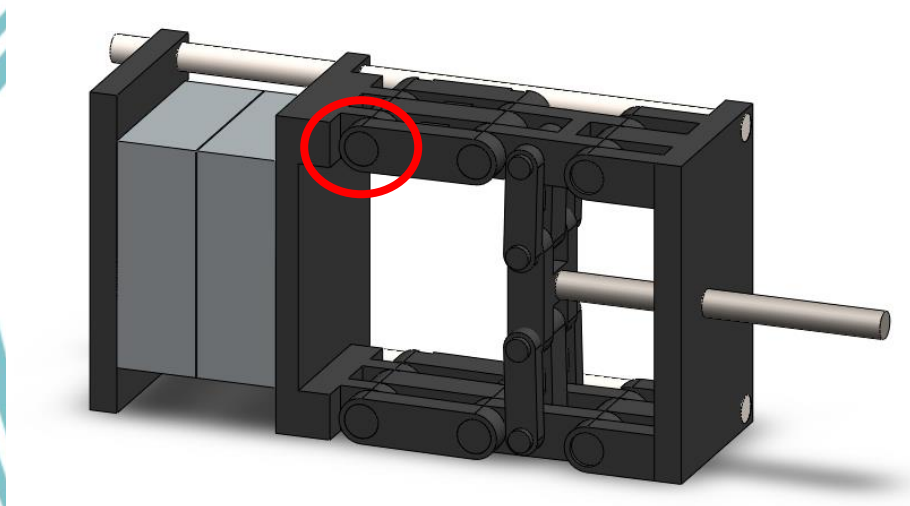


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 2 Perbandingan kondisi ideal dan kondisi actual pin toggle clamping



Gambar 4. 3 Posisi kerusakan pin toggle clamping unit

NEGERI  
JAKARTA

#### 4.2 Hasil Analisis

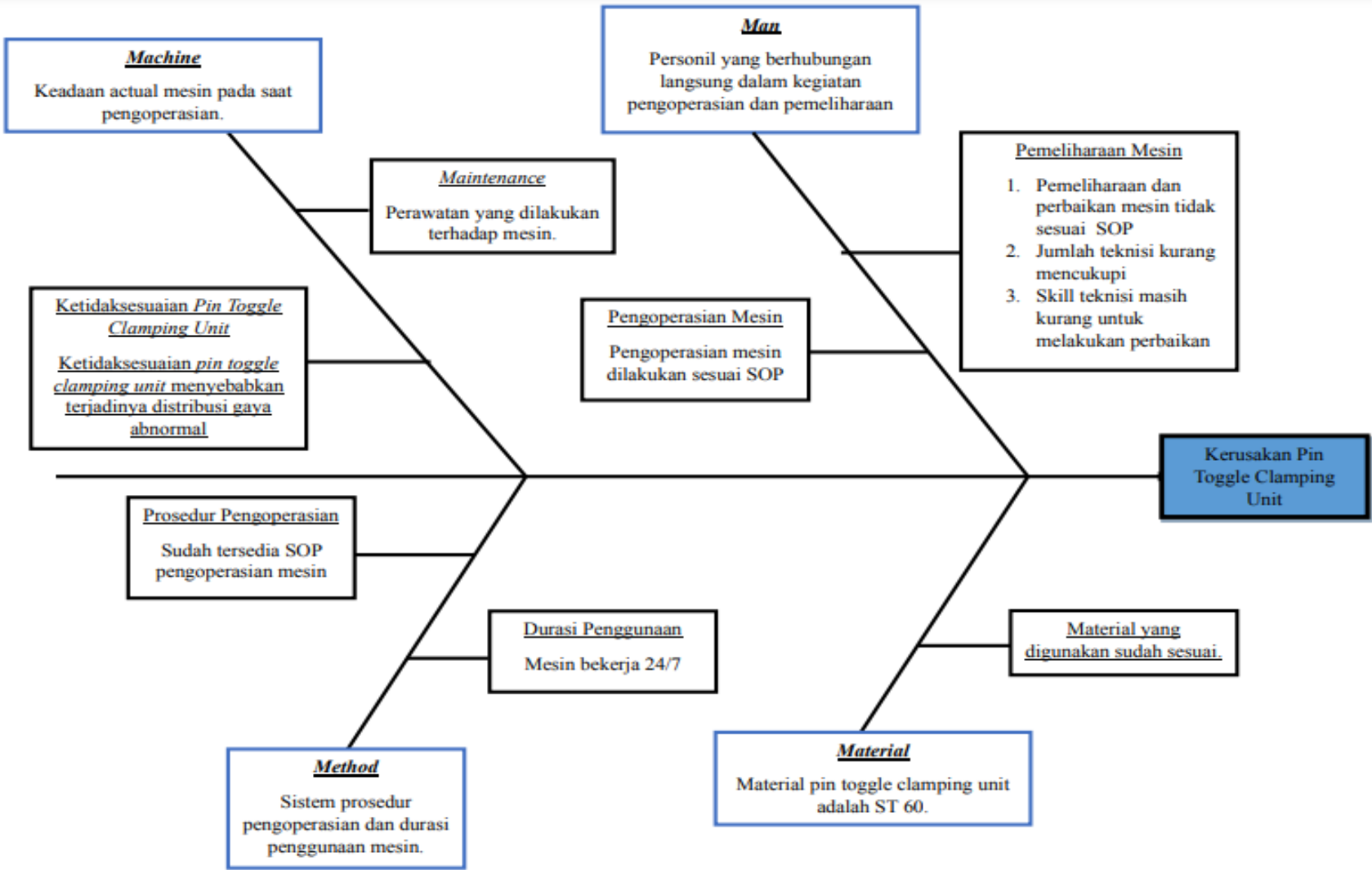
Dalam melakukan analisa kerusakan yang terjadi pada kerusakan *pin toggle clamping unit*, penulis menggunakan metode *fishbone diagram*, dan mengambil beberapa faktor penyebab terjadinya kerusakan. Dari 6 faktor yang ada, penulis memilih 4 faktor yang berpengaruh pada kerusakan *pin toggle clamping unit*. Diantaranya adalah *man, machine, method* dan *material*. Pemilihan beberapa faktor tersebut dilakukan untuk mempermudah pekerjaan penulis dalam menganalisa masalah yang ada.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



NEGERI  
JAKARTA

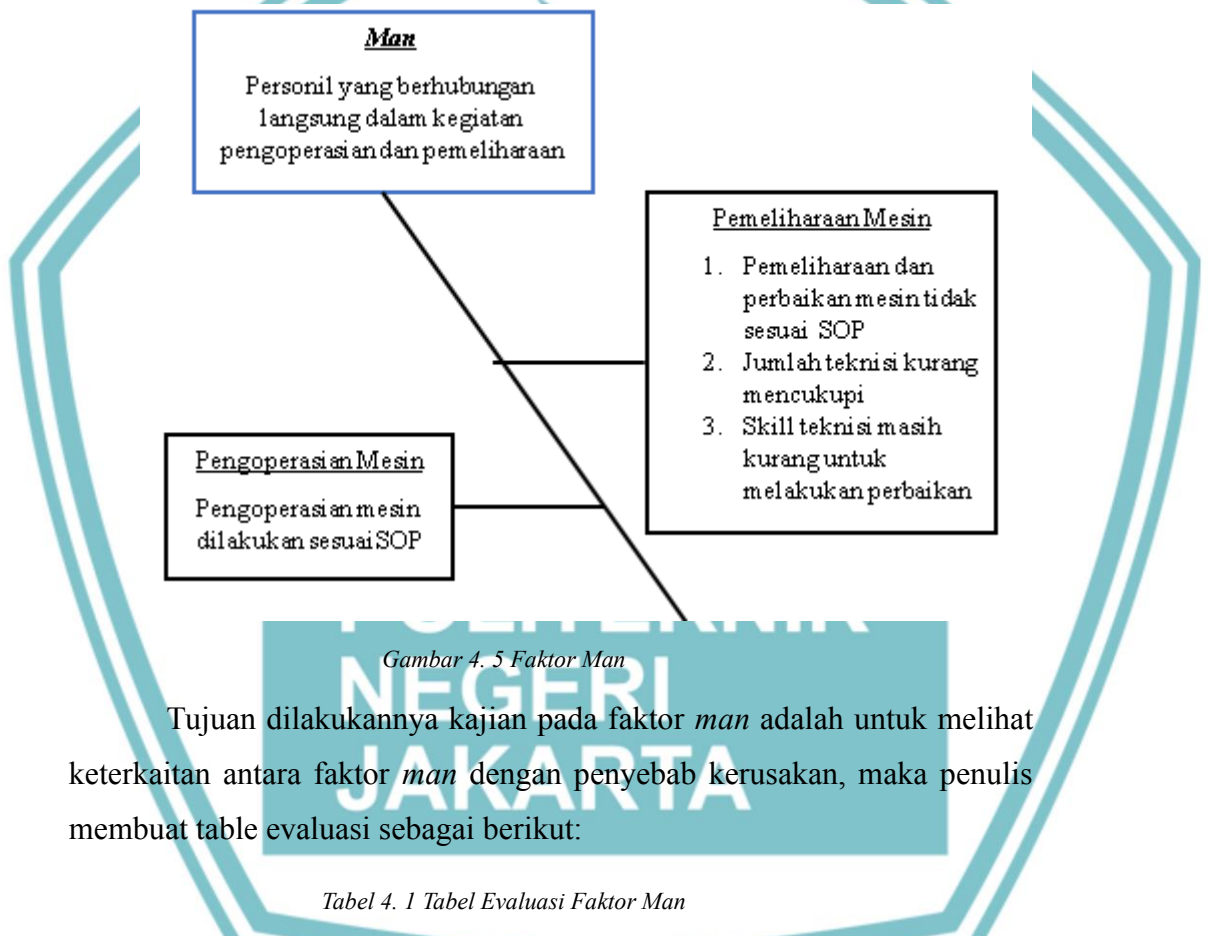
**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berikut ini merupakan pembahasan hasil analisa kerusakan *pin toggle clamping unit* pada mesin *injection molding* Yizumi 450 Ton :

**1. Man**

Faktor *man* merupakan faktor yang berasal dari sumber daya manusia, dalam hal ini dapat dikatakan sebagai operator atau *staff Repair* dan *Maintenance* yang berhubungan langsung dengan mesin *injection molding* Yizumi 450 Ton.



Gambar 4. 5 Faktor Man

Tujuan dilakukannya kajian pada faktor *man* adalah untuk melihat keterkaitan antara faktor *man* dengan penyebab kerusakan, maka penulis membuat table evaluasi sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Tabel Evaluasi Faktor Man

Pengoperasian Mesin Injection Molding			
No	Elemen Kompetensi	Ya	Tidak
1	Apakah tersedia SOP pengoperasian mesin injection molding?	✓	
2	Apakah operator (SDM) memiliki kompetensi untuk mengoperasikan mesin?	✓	



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3	Apakah operator sudah mengoperasikan mesin sesuai dengan SOP yang ada?	✓	
<b>Pemeliharaan Mesin <i>Injection Molding</i></b>			
No	Elemen Kompetensi	Ya	Tidak
1	Apakah teknisi memiliki kompetensi untuk melakukan pemeliharaan terhadap mesin injection molding?	✓	
2	Apakah jumlah personel pemeliharaan sesuai dengan volume pekerjaan?		✓
3	Apakah mekanik menggunakan SOP sebagai pedoman saat melakukan tindakan pemeliharaan dan perbaikan?	✓	

Berdasarkan hasil evaluasi faktor *Man*, kompetensi para personil *staff Repair* dan *Maintenance* dalam pemeliharaan mesin *injection molding* sudah memenuhi, dan ketika melakukan kegiatan perbaikan, para staff mengikuti SOP perbaikan sebagai pedoman perbaikan. Tetapi jumlah *staff Repair dan Maintenance* tidak sesuai dengan volume pekerjaan yang diberikan, sehingga terjadi *downtime* yang cukup lama. Hal tersebut menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada *pin toggle clamping unit*.

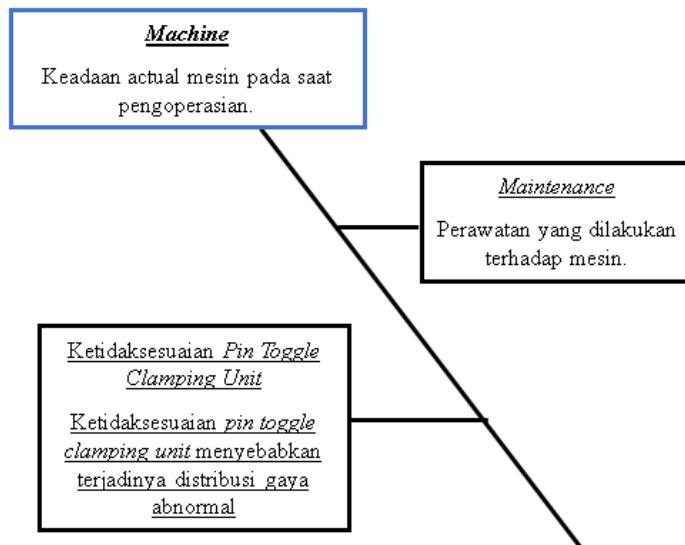
2. *Machine*

Faktor *machine* merupakan faktor yang membahas mengenai keadaan actual mesin saat dilakukan proses *injection molding*..



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 6 Faktor Machine

Tujuan dilakukannya kajian pada faktor *machine* adalah untuk melihat keterkaitan antara faktor *machine* dengan penyebab *kerusakan pin toggle clamping unit*. Terdapat dua faktor utama yang diduga menjadi penyebab kerusakan *pin toggle clamping unit*, yaitu ketidaksesuaian pada *toggle clamping unit* dan juga *maintenance* dari mesin *injection molding*. Maka dari itu penulis tabel evaluasi faktor *machine*.

Tabel 4. 2 Tabel Evaluasi Faktor Machine

<b>Preventive Maintenance</b>			
No	Elemen <i>Preventive Maintenance</i>	Ya	Tidak
1	Apakah telah tersedia jadwal pemeliharaan mesin <i>injection molding</i> ?	✓	
2	Apakah telah dilakukan inspeksi rutin pada <i>clamping unit</i> mesin <i>injection molding</i> ?		✓
3	Apakah teknisi memiliki kemampuan yang cukup dalam melakukan kegiatan <i>preventive maintenance</i> ?	✓	
<b>Predictive Maintenance</b>			
No	Elemen <i>Predictive Maintenance</i>	Ya	Tidak
1	Apakah selama dilakukannya perbaikan pada <i>pin toggle clamping</i> dilakukan monitoring?	✓	



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2	Apakah setelah dilakukanya perbaikan pada <i>pin toggle clamping</i> dilakukan monitoring?	✓	
<b>Corrective Maintenance</b>			
No	Elemen <i>Corrective Maintenance</i>	Ya	Tidak
1	Apakah <i>pin toggle clamping</i> pernah mengalami perbaruan sebelumnya?	✓	
2	Apakah tersedia SOP pembongkaran dan pemasangan?		✓
3	Apakah <i>staff</i> menggunakan SOP sebagai pedoman dalam pembongkaran dan pemasangan <i>pin toggle clamping unit</i> ?		✓
<b>Ketidaksesuaian <i>Pin Toggle Clamping Unit</i></b>			
No	Elemen Ketidaksesuaian <i>Pin Toggle Clamping Unit</i>	Ya	Tidak
1	Apakah ketidaksesuaian <i>pin toggle clamping unit</i> pernah terjadi sebelumnya?	✓	
2	Apakah dilakukan pengecekan terhadap kesesuaian pin toggle clamping unit?		✓

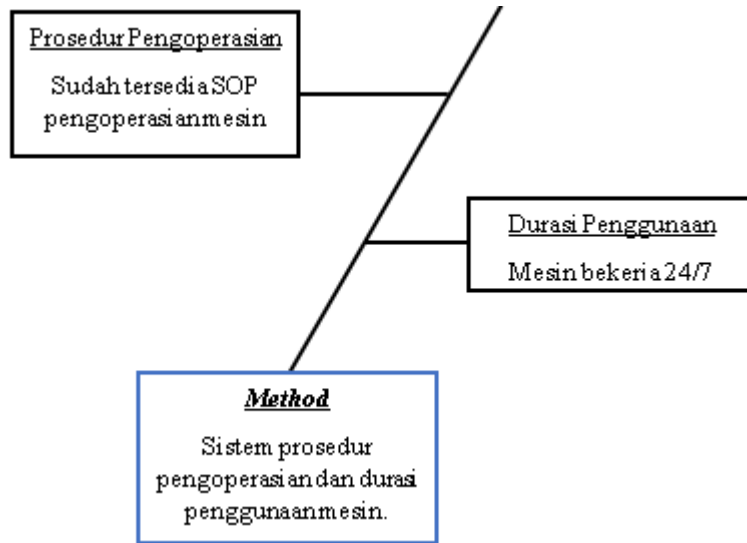
Berdasarkan tabel evaluasi *machine* diatas, dapat disimpulkan bahwa faktor *machine* terdapat keterkaitan terhadap kerusakan *pin toggle clamping unit*. *Staff Repair* dan *Maintenance* tidak pernah melakukan inspeksi rutin terhadap bagian *clamping unit*, sehingga tidak mengetahui adanya ketidaksesuaian atau abnormal pada saat *clamping unit* bekerja. Tidak tersedia SOP untuk pembongkaran dan pemasangan *pin toggle clamping unit* sehingga para *staff* melakukan pembongkaran dan pemasangan sesuai pengetahuan dan pengalaman masing masing. Hal ini merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan yang terjadi pada *pin toggle clamping unit*. Ketidaksesuaian pada *pin toggle clamping unit* yang dapat diperbaiki, tetapi memakan biaya yang mahal.

### 3. Method

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Faktor *method* merupakan faktor yang terdapat elemen standar operasional prosedur (SOP) serta durasi pengoperasian mesin.



Gambar 4. 7 Faktor Method

Tujuan dilakukannya kajian pada faktor *method* adalah untuk melihat keterkaitan antara faktor *method* dengan penyebab kerusakan, maka penulis membuat table evaluasi sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Tabel Evaluasi Faktor Method

Prosedur Pengoperasian Mesin			
No	Elemen Prosedur Pengoperasian Mesin (SOP)	Ya	Tidak
1	Apakah tersedia SOP dalam mengoperasikan mesin?	✓	
2	Apakah operator mengoperasikan mesin sesuai dengan SOP yang ada?	✓	
Durasi Pengoperasian Mesin			
No	Elemen Durasi Pengoperasian	Ya	Tidak
1	Apakah durasi pengoperasian mesin telah sesuai standar?	✓	
2	Apakah tersedia jadwal pemeliharaan guna mendukung kinerja mesin yang selalu beroperasi?	✓	

Berdasarkan evaluasi yang dilakukan pada faktor *method*, didapatkan hasil ternyata metode pengoperasian mesin dan durasi pengoperasian mesin sudah sesuai dengan ketentuan prosedur yang ada. Hal



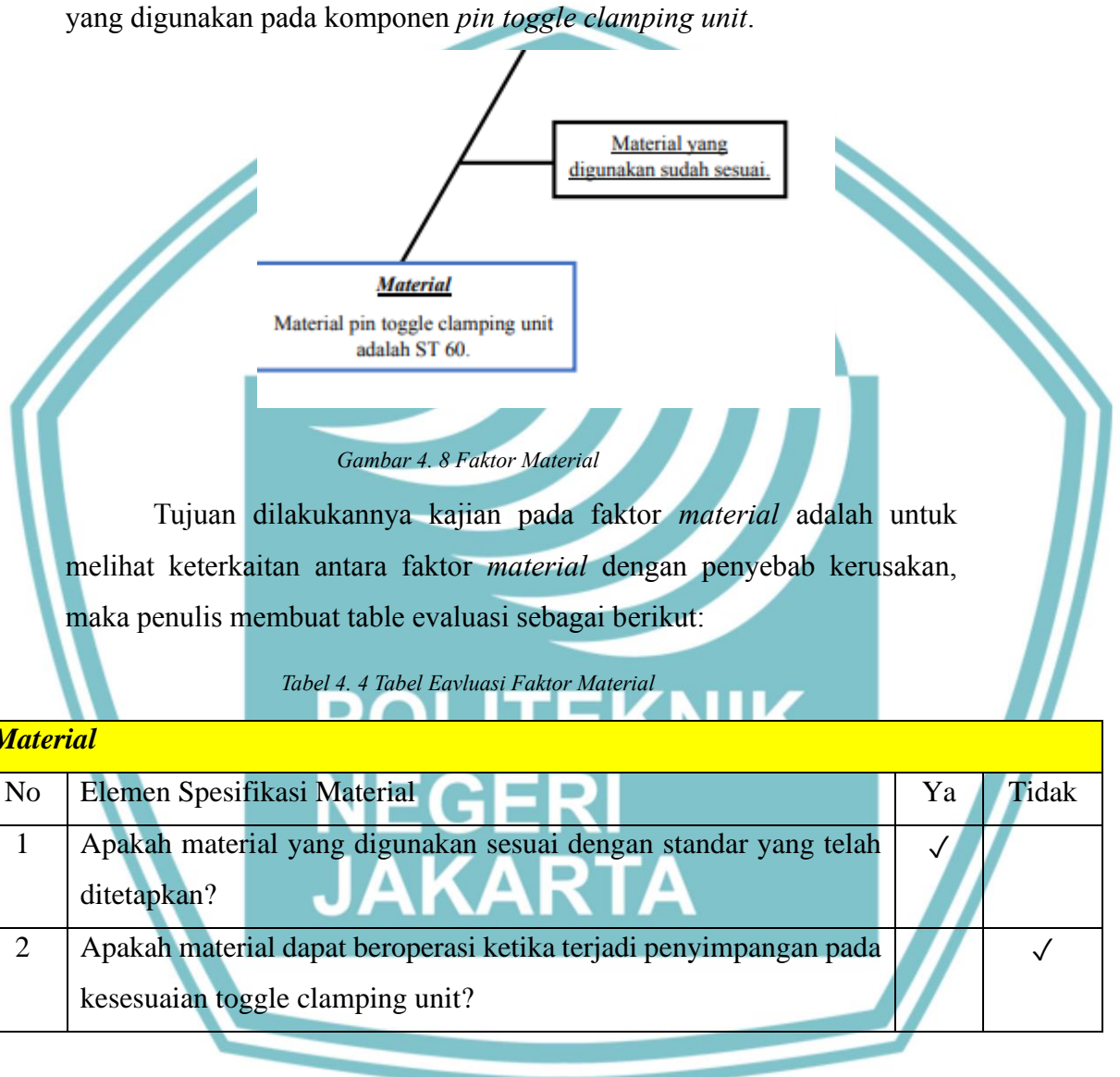
**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ini menunjukkan bahwa faktor *method* bukanlah faktor yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan *pin toggle clamping unit*.

**4. Material**

Faktor *material* merupakan faktor yang berhubungan dengan material yang digunakan pada komponen *pin toggle clamping unit*.



Gambar 4. 8 Faktor Material

Tujuan dilakukannya kajian pada faktor *material* adalah untuk melihat keterkaitan antara faktor *material* dengan penyebab kerusakan, maka penulis membuat table evaluasi sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Tabel Eavlusi Faktor Material

<b>Material</b>			
No	Elemen Spesifikasi Material	Ya	Tidak
1	Apakah material yang digunakan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan?	✓	
2	Apakah material dapat beroperasi ketika terjadi penyimpangan pada kesesuaian toggle clamping unit?		✓

Berdasarkan tabel evaluasi pada faktor *material*, didapatkan bahwa *material* yang digunakan pada komponen *pin toggle clamping unit* sudah sesuai dengan standar. Tetapi pada keadaan actual yang dimana *pin toggle clamping unit* sudah mengalami posisi *abnormal*, faktor *material* berpengaruh pada penyebab kerusakan pin toggle clamping unit.

**Perhitungan kekuatan material *pin toggle clamping unit***



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Perhitungan kekuatan *material pin toggle clamping unit* digunakan untuk mengetahui apakah *material* yang digunakan dapat menumpu beban yang terjadi pada *pin toggle clamping unit*

Data yang digunakan pada perhitungan kekuatan *material pin toggle clamping unit* adalah tegangan geser satuan *material* (ST 60) dan diameter *pin toggle clamping*. Tegangan geser satuan *material* ST 60 sebesar 300 [N/mm<sup>2</sup>] dan diameter *pin toggle clamping* sebesar 160 [mm]. Berikut untuk perhitungan kekuatan *material pin toggle clamping unit*:

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

(Sumber: Sularso, 1984)

$$\begin{aligned} F &= T \cdot A \\ F &= 300 \cdot \frac{\pi}{4} \times 160^2 \\ F &= 6031857,9 \text{ [N]} \approx 603,2 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, gaya maksimum yang dapat diterima oleh *pin toggle clamping unit* adalah 603,2 [kN].

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA