

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada penerapannya *gripper* dapat digunakan untuk *material handling* bermacam-macam barang hasil produksi manufaktur seperti : minuman kemasan dalam botol, komponen mesin, makanan, mebel dan lain sebagainya. Prinsip kerja *gripper* dibantu dengan komponen lain seperti lengan penggerak *gripper*, poros penggerak *gripper* dan sistem pneumatik sebagai sumber energi, yang mana semua itu bergabung menjadi satu dalam suatu mekanisme untuk memegang suatu barang.

Penelitian ini dilatar belakangi terjadinya kegagalan dari sebuah komponen dalam suatu mesin produksi minuman (PT. Amerta Indah Otsuka) dimana telah terjadi kerusakan pada komponen yaitu *bottle gripper*. *Bottle gripper* adalah suatu komponen dari suatu mekanisme, dimana mekanisme tersebut bertugas untuk mengangkat dan memindahkan *bottle* minuman yang telah terisi. Kegagalan ini menyebabkan turunnya jumlah produksi yang dihasilkan oleh mesin tersebut. Kemampuan produksi dari minuman kemasan dalam botol yang mengalami penurunan kuantitas produksi, yang mana setelah operator bagian produksi menyelidiki penyebabnya, ditemukan komponen yang patah sehingga tidak dapat dioperasikan. Komponen yang patah tersebut menyebabkan turunnya produksi yang mana pada keadaan normal dapat mencapai 600 botol per menit menjadi 570 botol per menit. Komponen yang mengalami kegagalan tersebut adalah *gripper*, sedangkan komponen lain seperti poros penggerak, lengan *gripper*, dan rahang pengecam tidak mengalami kegagalan.

Secara otomatis dari terganggunya sistem material handling akan mengganggu proses produksi suatu barang, begitu pula yang terjadi saat *gripper* yang mana komponen dari material handling tersebut mengalami kegagalan dapat mengakibatkan menurunnya kuantitas produksi.

Kegagalan pengecam pada umumnya dapat berasal dari beberapa penyebab seperti karena korosi, salah operasi, tidak adanya pelumas dan lain sebagainya. Tapi pada kasus ini kegagalan akibat kelelahan sangat mungkin karena melihat sistem kerja *gripper* yang mengalami pembebanan berulang. Kelelahan mungkin memiliki

beberapa sumber seperti *misalignment* dari poros, beban puntir yang berulang atau getaran. Semuanya dapat mengakibatkan konsentrasi tegangan pada pencekam.

Dalam kasus tertentu, ketika pencekam logam digunakan untuk menahan beban, hanya untuk beberapa saat kemudian gagal, penyebab umumnya dikaitkan dengan proses pengecoran yang salah atau perakitan yang salah. Diantara semua penjelasan yang mungkin untuk menyebabkan kegagalan pada pencekam, pertanyaan yang muncul adalah : Faktor apa yang menjadi penyebab rusaknya *gripper*?. Berdasarkan analisa komponen yang rusak yaitu *gripper* yang diunjukkan pada gambar 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, dan 1.5, maka peneliti akan mencoba untuk menjawab pertanyaan di atas.



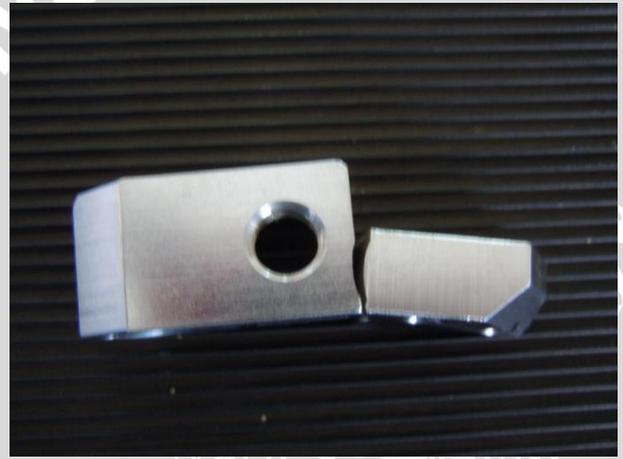
Gambar 1.1 Gambar *Gripper* Tampak Bawah



Gambar 1.2 Gambar *Gripper* Tampak Atas



Gambar 1.3 Gambar Patahan *Gripper*



Gambar 1.4 Gambar *Gripper* Tampak Samping



Gambar 1.5 Gambar *Gripper* Tampak Samping

### 1.2. Rumusan Masalah

Pentingnya meneliti kerusakan/kegagalan *gripper* dirumuskan sebagai berikut:

Apa penyebab kegagalan pada *gripper* dan mekanismenya?

### 1.3. Batasan Masalah

Tujuan pembatasan masalah pada penelitian ini adalah agar tidak bias dalam memecahkan persoalan, serta dapat fokus menuju sasaran yang ingin dicapai, maka batasan perumusan masalah adalah sebagai berikut : “ Menganalisis kegagalan pada *gripper* botol minuman 500 ml, dengan material baja, dan bentuk pencekam penampangnya berupa lingkaran.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dilakukan untuk:

Mengetahui penyebab kegagalan pada *gripper* dan mekanismenya.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Diharapkan setelah penelitian ini selesai dapat memberikan manfaat bagi:

- a. Manfaat praktis, dari hasil penelitian ini dapat menghasilkan rekomendasi pencegahan dan pengendalian kerusakan komponen *gripper*.
- b. Manfaat secara teoritis, dari hasil penelitian ini dapat menjadi masukan yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya bidang studi teknik mesin.
- c. Manfaat bagi peneliti lain, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk penelitian lebih lanjut terutama bagi pihak yang berkepentingan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Pada *chuck* (pencekam) mesin bubut diberikan perlakuan *hardening*. Kegagalan bermula saat mesin bubut yang memiliki 3 rahang dioperasikan pada putaran tertentu, dan tiba-tiba terlepas dan membahayakan operator mesin bubut. Analisa penyebab patahnya komponen tersebut adalah timbulnya retak awal (*initiation crack*), dan retakan merambat pada saat pencekam berputar. Setelah itu pada kondisi kedua, pencekam di *hardening* kemudian dipasang pada mesin bubut dan dioperasikan, dan hasilnya menunjukkan bahwa walau terjadi retak awal (*initiation crack*) pada rahang, namun tidak terjadi proses perambatan retakan (*crack propagation*). Sedangkan untuk meningkatkan keamanan (*safety*) pada rahang pencekam yang bekerja pada tegangan yang tinggi, rahang harus melalui proses penyekrapan permukaan agar permukaan rata sehingga kontak benda kerja dan rahang lebih sempurna dan mencegah benda terlepas dari rahang pencekam. (Collin, 2010 <http://www.icefa.elsevier.com/>).

Selain proses manufaktur, konsentrasi tegangan merupakan faktor lain yang mempengaruhi terjadinya kegagalan suatu produk, oleh karena itu desain suatu produk sangat diperhatikan agar tidak sampai terjadi pemusatan/konsentrasi tegangan tersebut. Biasanya untuk pengurangan konsentrasi tegangan dapat dilakukan dengan mengatur dimensi radius dan panjang yang sesuai pada daerah kritis. (Topac, dkk 2009)

#### 2.2. Kajian Teoritis

##### 2.2.1 Teori Kegagalan Elemen Mesin

Elemen mesin dikatakan gagal atau mengalami kegagalan jika elemen-elemen mesin tersebut menunjukkan gejala yang menyebabkan tidak dapat lagi melakukan fungsinya. Kegagalan elemen mesin tersebut dapat disebabkan oleh beban statik ataupun beban dinamik yang melebihi kekuatan elemen mesin. Kegagalan suatu komponen atau bagian dari peralatan sewaktu dipergunakan biasanya dapat berakibat fatal.

Selain resiko yang berkaitan dengan keselamatan manusia serta ditinjau dari segi ekonomi, kegagalan elemen mesin dapat digolongkan sebagai berikut, yaitu:

- a. Perubahan bentuk atau deformasi yang terlalu besar yang mungkin terjadi berupa:
  1. Deformasi plastis atau deformasi permanen
  2. *Buckling*
  3. Deformasi elastis yang terlalu besar sehingga mengganggu kerja dari elemen mesin lainnya
- b. Patah atau *fracture* yang dapat berupa:
  1. Patah akibat dilampauinya tegangan batas kekuatan
  2. Patah akibat *impact*
  3. Retak
- c. Kerusakan permukaan, yaitu berupa
  1. Aus
  2. Permukaan terkelupas dan berlubang-lubang
  3. Korosi

Salah satu penyebab kegagalan mekanisme metalurgi adalah kelelahan logam, dimana disebabkan oleh siklus berulang beban statis di bawah hasil kekuatan. Kerusakan lokal progresif akibat tekanan dan berfluktuasi strain pada bahan. Retakan kelelahan logam dimulai dan menyebar ke daerah di mana tekanan paling parah. Proses kelelahan terdiri dari 3 tahap yaitu:

1. Retak awal inisiasi
2. Progresif pertumbuhan retak di bagian tersebut
3. Final fraktur

Logam yang sebagian besar mengandung bahan rekayasa diskontinuitas, kelelahan dan keretakan logam biasanya dimulai dari diskontinuitas di daerah yang sangat menekan komponen, kegagalan ini mungkin disebabkan oleh diskontinuitas, desain, salah perawatan atau penyebab lain.

Metode yang paling efektif untuk meningkatkan kinerja dan mencegah kegagalan akibat kelelahan adalah dengan cara (Brookes, 2002):

- a. Membuat perbaikan dalam desain
- b. Menghilangkan atau mengurangi konsentrasi tegangan
- c. Hindari permukaan tajam
- d. Mengurangi atau menghilangkan tegangan sisa tarik akibat proses manufaktur
- e. Mencegah perkembangan diskontinuitas permukaan selama pemrosesan
- f. Meningkatkan rincian pabrikasi dan prosedur manufaktur

Korosi juga mengambil peran dalam terjadinya kegagalan. Korosi secara kimiawi menyebabkan kerusakan pada bahan yang mengakibatkan kerusakan pada material dan propertinya. Korosi ini dapat menyebabkan kegagalan dari komponen. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan saat analisa suatu kegagalan untuk menentukan hal-hal yang berkenaan dengan pengaruh korosi dalam suatu kegagalan adalah :

- a. Jenis korosi
- b. Tingkat korosi
- c. Luas korosi
- d. Interaksi antara korosi dan mekanismen kegagalan

Korosi adalah suatu proses alamiah, korosi dapat diminimalkan atau dikendalikan oleh materi pilihan yang tepat, desain, pelapisan dan pemilihan lingkungan tempat komponen itu bekerja.

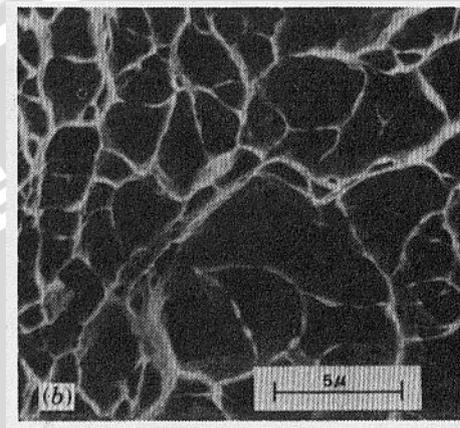
### 2.2.2 Teori Patahan

Patahan pada logam terjadi di butir (*transgranular*) atau terjadi sepanjang batas butir (*intergranular*). Fraktur dikelompokkan ke dalam empat jenis *principal fractur* dimana pada setiap jenisnya mempunyai karakteristik tampilan permukaan dan mekanisme patahan yang berbeda, yaitu:

#### 1. *Dimple Rupture*

Ukuran *dimple* pada patahan ditentukan dari jumlah dan distribusi dari *microvoids* yang ditimbulkan. Ketika proses nukleasi yang terjadi sedikit, *microvoids* terus tumbuh semakin besar sebelum saling bertemu dan menghasilkan permukaan patahan yang mengandung *dimple* yang

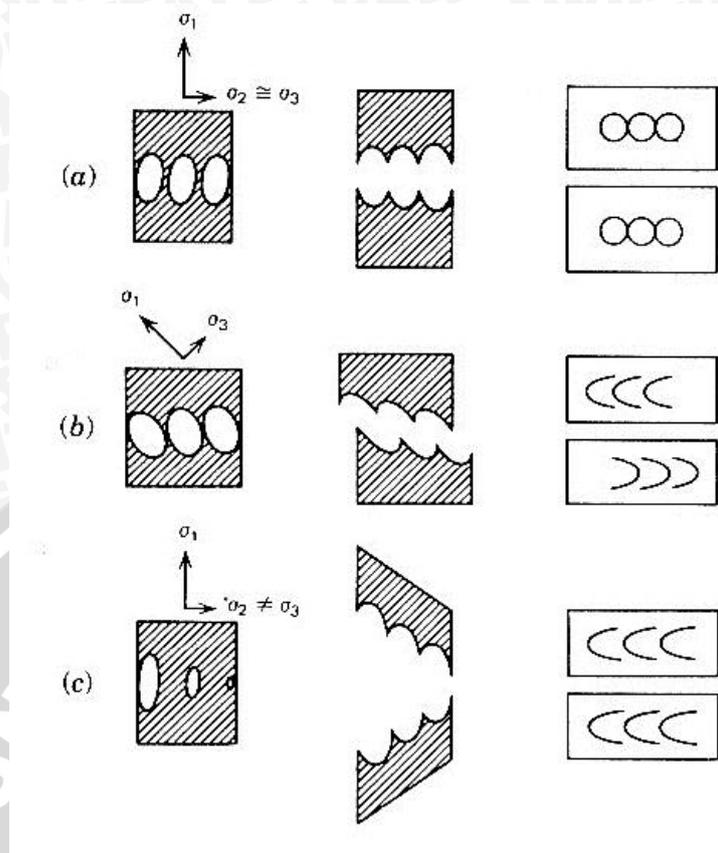
besar. *Dimple* yang kecil terbentuk saat lebih banyak proses nukleasi yang teraktivasi sehingga *microvoids* bertemu sebelum mempunyai kesempatan untuk tumbuh semakin besar. Bentuk *dimple* ditentukan oleh tegangan dalam bentuk *microvoids*. *Dimple* dapat berbentuk seperti kerucut (*conical shape*), berbentuk dalam (*deep*) atau dangkal (*shallow*). Pada gambar 2.1 menunjukkan contoh *dimple* berbentuk dangkal (*shallow*).



Gambar 2.1 Contoh bentuk *Dimple* yang berbentuk dangkal yang terbentuk pada saat *microvoids* bertemu (*coalescence*)

Sumber : Hertzberg, 1989 : *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*, hal 255

Pada gambar 2.2 menunjukkan bahwa jenis/kondisi pembebanan juga dapat ditunjukkan oleh *dimple*. Pada pembebanan *tear* bentuk permukaan patahan memiliki arah orientasi yang sama, pada pembebanan *shear* bentuk permukaan patahan memiliki arah orientasi yang berlawanan satu dengan lainnya, sedangkan pada pembebanan *tensile* bentuk permukaan patahannya akan mempunyai bentuk yang sama.

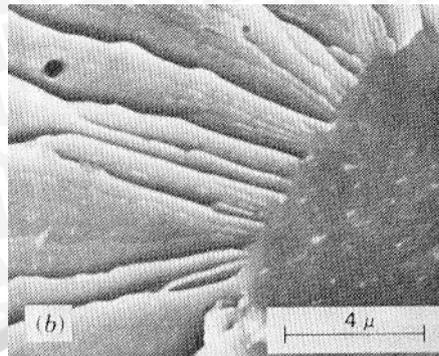


Gambar 2.2 Gambar ilustrasi bentuk *dimple* pada patahan dalam berbagai macam pembebanan a) Pada patahan akibat beban *tensile*; b) Pada patahan *shear*; c) Pada patahan *tear*

Sumber : Hertzberg, 1989 : *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*, hal 256

## 2. Cleavage

Patahan jenis *cleavage* berawal dari bidang patahan yang sejajar yang kemudian berkumpul, dimana kumpulan patahan pada bidang yang sejajar tersebut bersatu menjadi *cleavage step*. Jaringan *cleavage step* ini dinamakan *river pattern* karena pola bentuknya yang menyerupai anak sungai yang bersatu menuju sungai utama. Karena cabang-cabang dari *river pattern* ini bersatu dan mengarah pada arah perambatan retakan (*crack propagation*) maka dapat digunakan untuk menentukan arah dari *local fracture*. Pada *cleavage* arah dari “aliran” *river pattern* adalah menunjukkan arah dari perambatan retakan.



Gambar 2.3 Foto SEM *cleavage* pada baja karbon rendah

Sumber : Hertzberg, 1989 : *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*, hal 256

Pada gambar 2.3 menunjukkan contoh foto SEM dari *cleavage* pada material baja karbon rendah, dimana dapat dilihat patahan bermula dari cabang-cabang yang kecil lalu menuju cabang yang besar (dari kanan ke kiri).

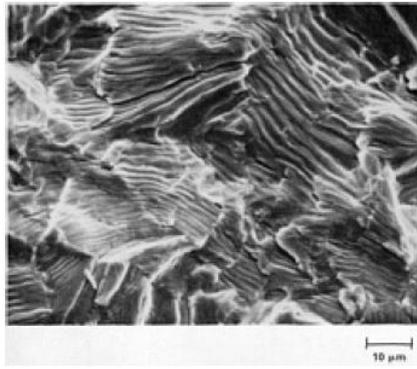
### 3. Fatigue

*Fatigue* adalah jenis patahan yang disebabkan oleh pembebanan secara berulang (*cyclic loading*). Patahan fatik terjadi dalam tiga tahap, yaitu:

- Retak awal inisiasi (*initiation*)
- Perambatan (*propagation*)
- Final fraktur (*catastrophic fracture*)

Awal patahan (*crack initiation*) pada patahan fatik pada prinsipnya terjadi pada bidang slip. Perambatan retakan (*crack propagation*) dipengaruhi mikrostruktur dan tegangan. Porsi terbesar pada patahan fatik adalah pada tahap perambatan retakan (*crack propagation*), pada tahap ini pada umumnya akan timbul tanda-tanda retakan fatik yang biasanya disebut *fatigue striations*, yang mana menandakan posisi dari retakan fatik pada saat perambatan retakan (*crack propagation*) pada material. Final fraktur (*catastrophic fracture*) terjadi saat material mengalami penurunan kekuatan akibat terjadinya pemusatan tegangan pada retakan tersebut, sehingga saat

beban diberikan pada material yang mengalami fenomena retakan akibat beban *fatigue* tersebut, material tidak mampu lagi menahan beban yang diberikan lalu memicu terjadinya patahan.



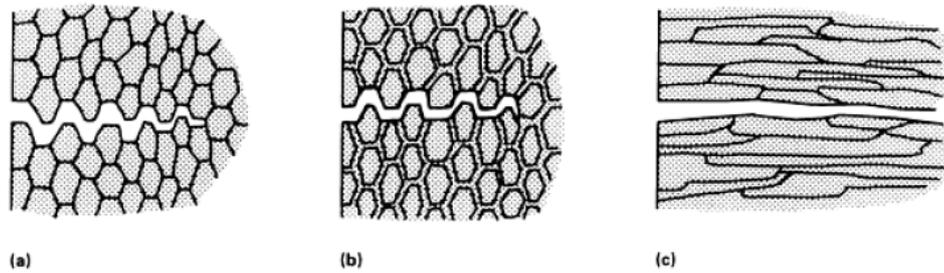
Gambar 2.4 *Fatigue Striation* pada Permukaan Patahan Logam Titanium Murni

Sumber : Hertzberg, 1989 : *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*, hal 256

Pada gambar 2.4 menunjukkan contoh foto SEM dari *fatigue striation* pada logam titanium murni, nampak jelas disana *fatigue striation* ditunjukkan pada gambar dengan warna putih dan berlapis-lapis.

#### 4. Decohesive Rupture

*Decohesive rupture* adalah patahan yang diikuti dengan sedikit atau tanpa deformasi plastis dan tidak timbul karena *dimple rupture*, *cleavage*, atau *fatigue*. Jenis patahan ini terjadi akibat reaksi dengan lingkungan atau kondisi mikrostruktur yang unik yang terjadi sepanjang batas butir. Batas butir mempunyai titik cair terendah dalam sistem paduan. Batas butir juga adalah bagan yang mudah untuk dilakukan difusi dan pemisahan elemen seperti hidrogen, sulfur, fosfor, antimony, arsenic dan karbon. Juga jalan bagi penetrasi logam dengan titik leleh rendah seperti gallium, mercury, cadmium dan timah. Keberadaan dari konstituante pada batas butir mengurangi kekuatan *cohesive* pada batas butir dan menimbulkan *decohesive rupture*.



Gambar 2.5 Ilustrasi *Decohesive Rupture* pada batas butir

- a) *Decohesive* pada batas butir dari *equiaxed grains*
- b) *Decohesive* melalui fase batas butir yang lemah
- c) *Decohesive* sepanjang pada batas butir dari *elongated grains*

Sumber : Materi Perkuliahan Analisis Kegagalan 2011 (Dr.Eng. Anindito P. ST, M.Eng)

Pada gambar 2.5 menunjukkan ilustrasi dari *Decohesive Rupture* pada berbagai batas butir. *Decohesive Rupture* terjadi tepat pada batas butir.



Gambar 2.6 Patahan *decohesive rupture* pada batas butir dengan perbesaran 25 mikro

Sumber : Materi Perkuliahan Analisis Kegagalan 2011 (Dr.Eng. Anindito P. ST, M.Eng)

Pada gambar 2.6 menunjukkan contoh foto SEM dari Patahan *decohesive rupture* pada batas butir.

### 2.2.3 Sifat-sifat Logam pada Pembebanan Dinamis

Beban dinamis adalah beban yang berubah-ubah arah dan besarnya menurut waktu. Kelelahan adalah gejala patah dari bahan yang disebabkan beban yang berubah-ubah. Sedangkan batas ketahanan lelah ialah tegangan bolak-balik (*stress cyclic*) tertinggi yang dapat ditahan oleh material sampai banyak balikan tak terhingga. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan kelelahan yaitu :

- a. Jenis siklus dari pembebanan
- b. Besarnya beban amplitudo
- c. Frekuensi kerja/vibrasi jumlah balikan sampai patah
- d. Kondisi material dari benda kerja
- e. Keadaan dari pengolahan permukaan benda kerja
- f. Suhu
- g. Kondisi lingkungan. (Joseph E.Shigley, 1984)

Dari uraian di atas maka setiap komponen mesin dibatasi oleh umur pemakaian (*life time*) dari komponen yang bersangkutan, yang mana berkaitan dengan :

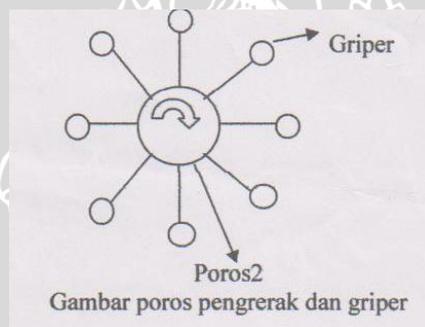
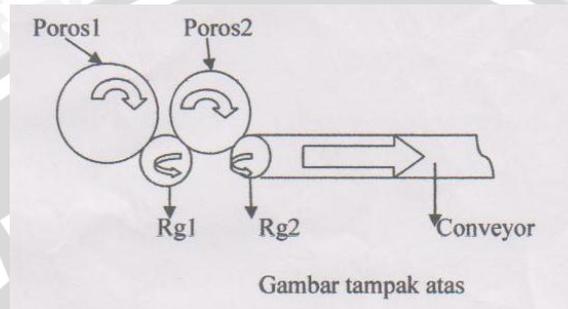
- a. Frekuensi kerja komponen
- b. Beban atau gaya yang bekerja terhadap komponen
- c. Material dan proses manufaktur dari komponen (Sutantra, 2001)

#### 2.2.4 Definisi Gripper

Gripper adalah komponen dari suatu mekanisme (digerakkan dengan sistem otomasi) yang mana berfungsi untuk memegang dan memposisikan produk sedemikian rupa sehingga mencapai posisi yang telah ditentukan, yang mana fungsi tersebut dapat mempercepat proses produksi yaitu penanganan hasil produksi (*material handling*), pengemasan (*packing*), dan proses-proses produksi lainnya dalam jumlah massal.  
(<http://EzineArticles.com/?expert=JohnFMitcell.Jr>)

## 2.2.5 Mekanisme Kerja Gripper

*Gripper* pada kasus ini adalah suatu komponen dalam suatu mekanisme dalam produksi, dalam hal ini keberadaaan, posisi serta mekanisme kerja dari *gripper* perlu diketahui. Ilustrasi mekanisme kerja dari alat dimana terdapat komponen *gripper bottle* yang bekerja dengan produksi 600 botol/menit ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Ilustrasi Mekanisme Kerja *Gripper*

### Keterangan

Poros 1 : Poros pembawa (sebelum diisi minuman)

Poros 2 : Poros pembawa (sesudah diisi minuman)

Rg 1 : Roda gigi penghubung poros 1

Rg 2 : Roda gigi penghubung poros 2

Berat botol : 0.5 Kg

Mekanisme *gripper* ada pada poros 2 yang dihubungkan oleh lengan, dimana cara kerja *gripper* ada 3 tahap :

- a. *Gripper* memegang botol + air minuman

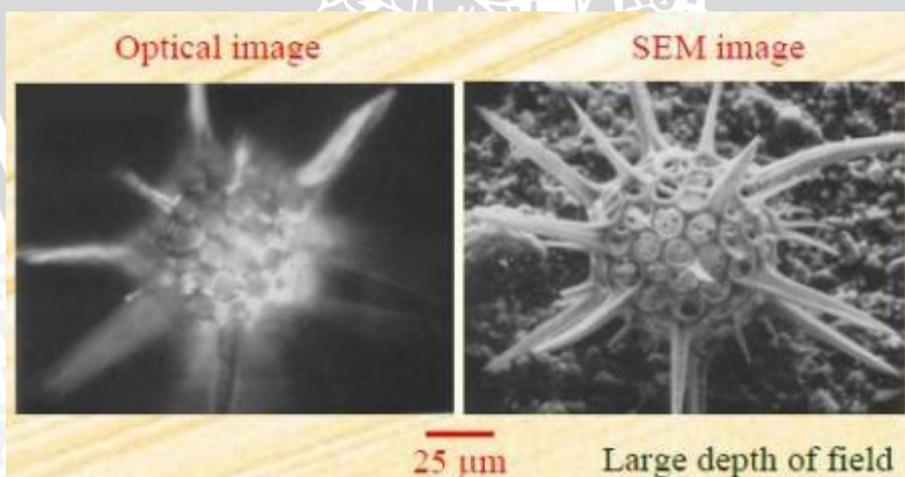
- b. *Gripper* digerakkan poros (rotasi) menuju konveyor
- c. *Gripper* melepas botol yang terisi

Poros 2 menggerakkan 20 *gripper* (20 *gripper*/satu poros)

### 2.2.6 Scaning Electron Microscope (SEM)

Scaning Electron Microscope (SEM) adalah pemindaian menggunakan mikroskop elektron yang digunakan untuk studi detail obyek secara tiga dimensi. Mikroskop elektron adalah sebuah mikroskop yang mampu untuk melakukan pembesaran objek sampai 2 juta kali, yang menggunakan elektrostatik dan elektro magnetik untuk mengontrol pencahayaan dan tampilan gambar serta memiliki kemampuan pembesaran objek serta resolusi yang jauh lebih bagus daripada mikroskop cahaya. Mikroskop elektron menggunakan jauh lebih banyak energi dan radiasi elektromagnetik yang lebih pendek dibandingkan mikroskop cahaya.

Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm. Pada gambar 2.8 menunjukkan perbandingan hasil gambar mikroskop cahaya dengan elektron.

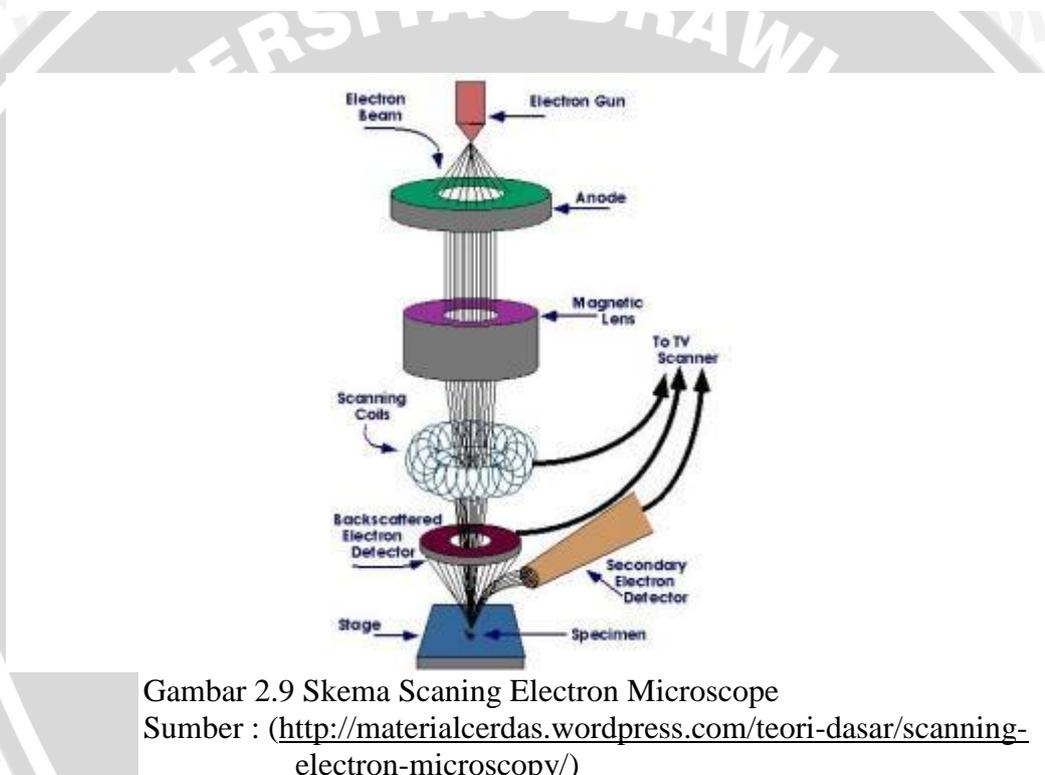


Gambar 2.8 Perbandingan Hasil Gambar Mikroskop Cahaya dan Electron

Sumber : (<http://materialcerdas.wordpress.com/teori-dasar/scanning-electron-microscopy/>)

Pada sebuah mikroskop elektron (SEM) terdapat berbagai macam komponen dan beberapa peralatan utama, antara lain:

1. Pistol elektron, biasanya berupa filamen yang terbuat dari unsur yang mudah melepas elektron misal tungsten.
2. Lensa untuk elektron, berupa lensa magnetis karena elektron yang bermuatan negatif dapat dibelokkan oleh medan magnet.
3. Sistem vakum, karena elektron sangat kecil dan ringan maka jika ada molekul udara yang lain elektron yang berjalan menuju sasaran akan terpecah oleh tumbukan sebelum mengenai sasaran sehingga menghilangkan molekul udara menjadi sangat penting.



Gambar 2.9 Skema Scanning Electron Microscope

Sumber : (<http://materialcerdas.wordpress.com/teori-dasar/scanning-electron-microscopy/>)

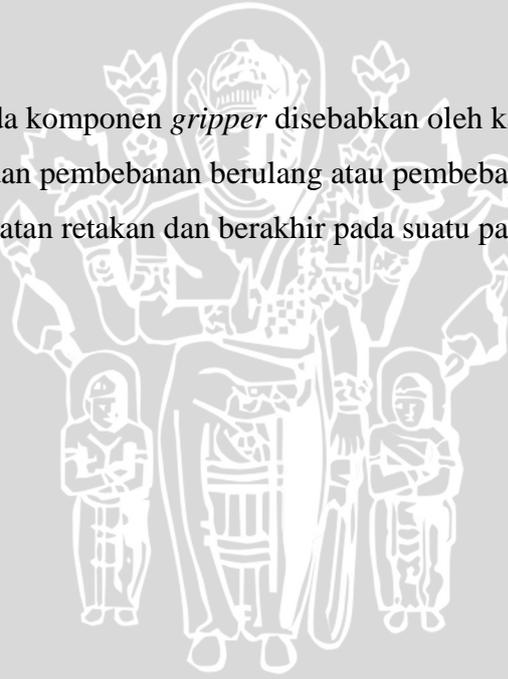
Skema dari SEM di tunjukkan pada gambar 2.9, dimana prinsip kerja dari SEM adalah sebagai berikut:

1. Sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda.
2. Lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel.
3. Sinar elektron yang terfokus memindai (*scan*) keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.
4. Ketika elektron mengenai sampel maka sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan diterima oleh detektor dan dikirim ke monitor (CRT).

Cara terbentuknya gambar pada SEM berbeda dengan apa yang terjadi pada mikroskop optic dan TEM. Pada SEM, gambar dibuat berdasarkan deteksi elektron baru (elektron sekunder) atau elektron pantul yang muncul dari permukaan sampel ketika permukaan sampel tersebut dipindai dengan sinar elektron. Elektron sekunder atau elektron pantul yang terdeteksi selanjutnya diperkuat sinyalnya, kemudian besar amplitudonya ditampilkan dalam gradasi gelap-terang pada layar monitor CRT (*cathode ray tube*). Di layar CRT inilah gambar struktur obyek yang sudah diperbesar bisa dilihat. Pada proses operasinya, SEM tidak memerlukan sampel yang ditipiskan, sehingga bisa digunakan untuk melihat obyek dari sudut pandang 3 dimensi.

### 2.3 Hipotesa

Kegagalan pada komponen *gripper* disebabkan oleh karena adanya pemusatan tegangan dan pembebanan berulang atau pembebanan siklis, sehingga memicu suatu perambatan retakan dan berakhir pada suatu patahan.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk kategori penelitian Rekayasa, yaitu penelitian yang digunakan untuk rekayasa mekanisme, produk atau metode baru dengan menggunakan teori yang sudah ada. (Sudjito Soeparman, 2008).

#### 3.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

##### 1. Kamera Digital



Gambar 3.1 Kamera Digital

Gambar 3.1 menunjukkan Kamera Digital yang digunakan untuk mengambil foto makro dari spesimen.

Spesifikasi alat:

Merk : Nikon

Tipe : Coolpix 8700

Pixel : 8 Mb pixel

Etsa : Nital

## 2. Alat Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)



Gambar 3.2 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Sumber : (<http://www.directindustry.com/>)

Gambar 3.2 menunjukkan *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang digunakan untuk mengambil foto mikro dari spesimen.

### 3.3. Bahan dan Komponen

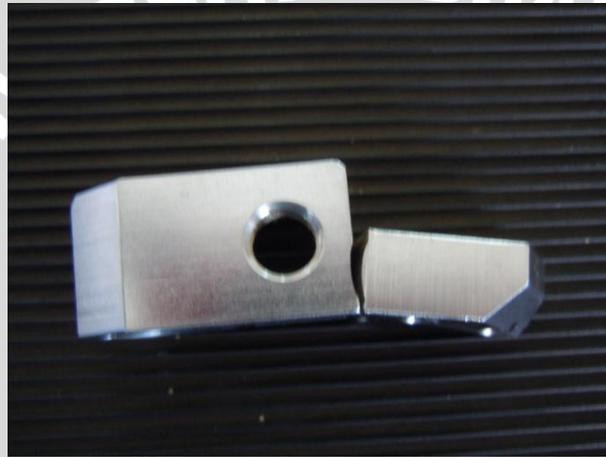
Pada analisis yang akan dilaksanakan bahan dan komponen yang digunakan adalah *gripper* yang mana telah mengalami kegagalan.



Gambar 3.3 Gambar *Failure Gripper* Tampak Bawah



Gambar 3.4 Gambar *Failure Gripper* Tampak Atas



Gambar 3.5 Gambar *Failure Gripper* Tampak Samping



Gambar 3.6 Gambar *Gripper* Tampak Samping



Gambar 3.7 Gambar Patahan *Gripper*

Pada gambar 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, dan 3.7 menunjukkan bentuk dari komponen *gripper* yang mana telah mengalami kegagalan yang mana nantinya akan di analisa.

### 3.4. Metode Analisis

Untuk menentukan penyebab dari kegagalan pencekam logam, digunakan metode berikut:

- Penyajian masalah
- Visual analisis
- Analisis dengan menggunakan *fractography* berdasarkan penyebab kegagalan pencekam dan tes laboratorium.
- Setelah analisis untuk kegagalan dibuat dimana berdasarkan juga pada tes laboratorium, maka dilakukan penarikan kesimpulan.

Untuk menganalisis penyebab kegagalan pada *Gripper Bottle* yaitu dengan menggunakan:

#### *Fractography*

##### a. Metode *Fractography* Makro

Tahapan pengambilan gambar secara makro adalah

- a) Gripper keseluruhan kita ambil gambarnya dengan foto digital.
- b) Gambar patahan specimen menjadi dua bagian secara makro
- c) Gambar patahan masing-masing bagian

### b. Metode *Fractography* Mikro

Proses sebelum SEM, spesimen dilapisi dengan ion sputtering yang digunakan untuk melapisi sampel pada pengujian menggunakan SEM agar menjadi konduktif dengan menggunakan emas (Au). Baru kemudian dilakukan pengamatan secara mikro menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang bertempat di Laboratorium Pusat Jurusan Teknik Fisika UM.

Pengambilan gambar secara mikro menggunakan SEM langkah-langkahnya sebagai berikut

- Pengambilan gambar patahan secara keceluruhan dibagi menjadi 2 bagian, bagian atas dan bagian bawah, karena keterbatasan kemampuan alat SEM untuk mencekam .
- Pengambilan gambar permukaan akibat retak
- Pengambilan gambar permukaan akibat beban *cyclic*
- Pengambilan gambar permukaan akibat beban *monotonic*.

### 3.5. Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian mengenai analisa kegagalan pada *gripper bottle* dengan menggunakan metode *fractography*, dilaksanakan pada rentang waktu Agustus-Desember 2011 mulai dari tahap konsultasi judul dan penelitian di laboratorium.

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium di Laboratorium Pusat Jurusan Teknik Fisika Universitas Malang.

### 3.6. Diagram Alir Penelitian

