

## ANALISIS KEGAGALAN CLAMP U PADA SEPEDA MOTOR 200 CC

\*M.Aziz Fauzi<sup>1</sup>, Sri Nugroho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: <sup>1</sup>azizfauzii@yahoo.co.id, <sup>2</sup>srinugroho@undip.ac.id

### Abstrak

Analisis kegagalan merupakan metode investigasi secara sistematis untuk mencari penyebab dan mekanisme kegagalan suatu komponen atau peralatan. Penelitian ini menjelaskan tentang analisis kegagalan *Clamp U* pada sepeda motor 200 CC di sebuah pabrik sepeda motor (PT. X). Dari data tahun 2014, PT. X membeli *Clamp U* sebanyak 9228 buah. Dari jumlah tersebut yang *reject* 451 buah (4,9%) di mana 292 buah (3,2%) dapat direpair dan 159 buah (1,7%) mengalami patah. Perpatahan tersebut saat proses pemasangan *Nut Hex M10* ke *Clamp U*. *Clamp U* memiliki dimensi panjang 150 mm, diameter luar ( $d$ ) 9,000 mm, diameter efektif ( $d_2$ ) 8,188 mm, jarak bagi ( $p$ ) 1,25 mm dan jumlah ulir 35. Torsi pengencangan mur ke *Clamp U* sebesar 55 Nm. Pengujian yang dilakukan antara lain pengamatan visual bentuk patahan, analisis tegangan, uji komposisi, uji metalografi, uji kekerasan dan uji tarik. Pengamatan menunjukkan *Clamp U* mengalami patah ulet. Bidang patah terjadi pada bidang dimana tegangan gesernya maksimum. Permukaan patah menunjukkan ciri deformasi plastis. Hasil perhitungan torsi pengencangan maksimum yang diperkenankan adalah 53 Nm. Hasil pengujian komposisi kimia, kekerasan, dan metalografi menunjukkan *Clamp U* terbuat dari baja AISI 1060 yang mana sesuai standar material *Clamp U*. Hasil metalografi menunjukkan adanya retakan di kaki ulir yang kemungkinan terjadi saat pembuatan ulir menggunakan metode *thread rolling*. Dapat disimpulkan patahan disebabkan oleh adanya retakan saat proses pembuatan ulir pada *Clamp U* dan torsi pengencangan yang terlalu besar

**Kata Kunci:** *Clamp U*; torsi pengencangan; AISI 1060; metalografi; *thread rolling*

### Abstract

*Failure analysis is a systematic method of investigation to find the cause of the failure and mechanism of a component or equipment. This research is about to explain the failure Clamp U on a motorcycle 200 CC in the motorcycle factories (PT. X). Based on data 2104, PT. X bought Clamp U as many as 9228 unit. From that number, reject 451 unit (4,9%) which is 292 unit (3,2%) can repair and 159 unit (1,7%) been broken. That fracture happened when processing the installation of Nut HEX to Clamp U. Clamp U has dimensions of length 150 mm, outer diameter ( $d$ ) 9,000 mm, the effective diameter ( $d_2$ ) 8,188 mm, the pitch ( $p$ ) 1,25 mm and the number of threaded 35. Toning torsion Nut to Clamp U as much as 55 Nm. Tests carried such as the visual observation the form of fault, stress analysis, spectrometry, metallography, hardness test and tensile test. The visual observation showed Clamp U had ductile broken. The field of fracture happened to field where the shear stress is maximum. The surface of a fracture showed features plastic deformation. The results of the spectrometry, hardness, and metallography show Clamp U made of steel AISI 1060 which conforms to standart of a material Clamp U. The results of metallography indicating the existance of cracks at the foot of a threaded that perhaps explained during the production of threaded uses the method a thread rolling. We can conclue the fault by presence of fissures when the process of making threaded on Clamp u and toning torsion are too big.*

**Keywords :** *Clamp U*; toning torsion; AISI 1060; metallography; *thread rolling*.

### 1. Pendahuluan

Sepeda motor roda tiga merupakan sepeda motor yang sangat digemari bagi pengusaha-pengusaha menengah. Dengan adanya sepeda motor roda tiga ini sangat membantu bah pengusaha-pengusaha menengah dalam berbisnis. Dari sekian banyak produk serta tipe motor yang dikeluarkan di Indonesia, di rasa hanya satu tipe yang bisa dibilang laris dan telah membuat sepeda motor roda tiga ini bisa dikenal orang. Tipe motor tersebut adalah motor niaga yang menggunakan roda berjumlah tiga serta bak di bagian belakang. Atau lebih dikenal oleh masyarakat Indonesia dengan roda tiga. Bentuk sepeda motor roda tiga dapat dilihat pada Gambar 1 [1].



**Gambar 1.** Sepeda motor roda tiga [1]

Sepeda motor ini mempunyai beberapa part yang di *supply* dari China, Salah satunya adalah *Clamp U*. *Clamp U* ini sejenis Baut U yang digunakan untuk menyambung part pegas, Seperti per daun (*Sheet spring*). Dalam kasus ini, *Clamp U* mengalami kegagalan saat proses pemasangan Nut Hex M10. Bentuk *Clamp U* yang mengalami kegagalan bisa dilihat pada Gambar 2.

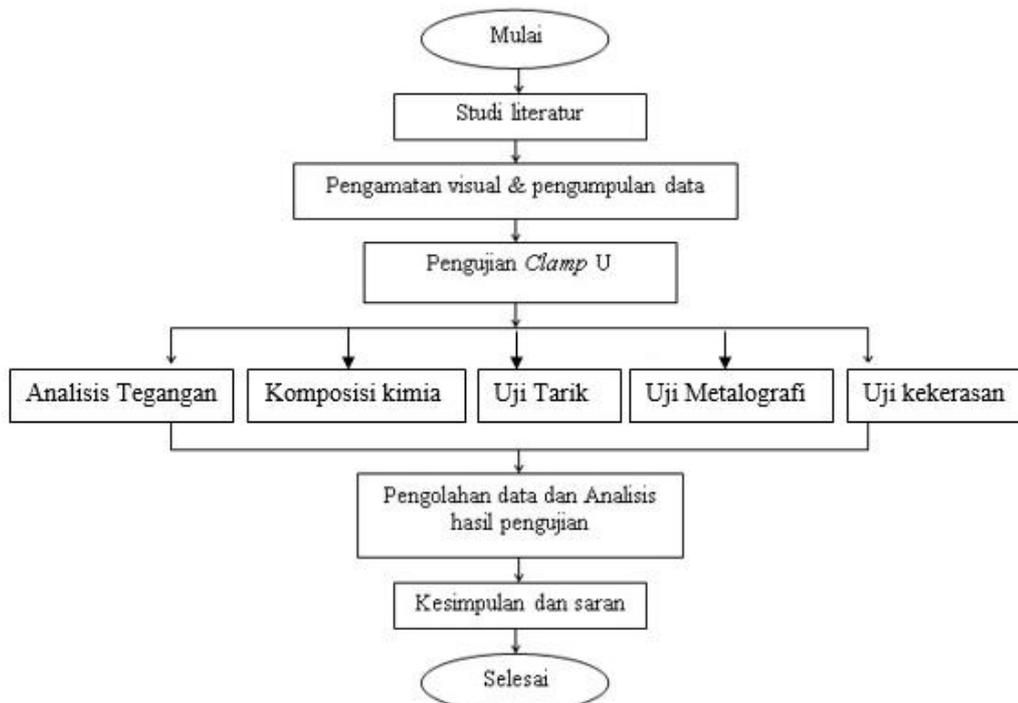


**Gambar 2.** *Clamp U* patah [1]

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan pada *Clamp U* dan untuk memberikan rekomendasi agar kegagalan *Clamp U* tidak terulang lagi.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

### 2.1. Diagram alir penelitian



**Gambar 3.** Diagram alir penelitian

Dalam metode penelitian ini, *part Clamp U* yang patah di PT(X) dianalisis. Untuk mendukung pengolahan data dicari berbagai macam studi literatur tentang *Clamp U*. Adapun pengujian yang dilakukan, seperti analisis tegangan, komposisi kimia, Uji tarik, Uji metalografi dan Uji kekerasan. Dilanjutkan dengan pengolahan data dan analisis hasil pengujian. Maka dapat kesimpulan penyebab terjadinya kegagalan dan memberikan saran.

## 2.2. Perhitungan Analisis Tegangan Clamp U

Adapun gaya yang bekerja pada *Clamp U* sepeda motor roda tiga berupa :

### a. Initial Force

Initial force dapat dicari dengan rumus [4]:

$$F_i = K_i \cdot A_t \cdot S_p \quad \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

- $F_i$  = Initial force (N)
- $K_i$  = konstanta (1)
- $A_t$  = Tensile stress area (mm<sup>2</sup>)
- $S_p$  = Proof strength (N/ mm<sup>2</sup>)

### b. Torsi

Torsi dapat dicari dengan rumus :

$$T = 0,2 \cdot F_i \cdot d \quad \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- $T$  = Torsi (Nm)
- $F_i$  = Initial force (N)
- $D$  = Diameter luar (mm)

### c. Tegangan Geser

Tegangan geser dapat dicari dengan rumus :

$$\tau = \frac{T \cdot r}{J} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$= \frac{T}{\frac{\pi}{32} \cdot (d_1)^4} \times \frac{d_1}{2}$$

dimana :

- $\tau$  = tegangan geser (MPa)
- $\tau_y$  = kekuatan luluh geser (MPa)
- $\sigma_y$  = kekuatan luluh (*Yield Strength*) (MPa)
- $T$  = Torsi (Nm)
- $J$  = Polar (mm<sup>4</sup>)
- $d_1$  = diameter inti (mm)
- $r$  = radius (mm)
- $\pi$  = Phi (3,14)

dan kekuatan luluh geser :

$$\tau_y = \frac{1}{2} \sigma_y \quad \dots\dots\dots(4)$$

d. *Safety factor*

*Safety factor* dapat dicari dengan rumus :

$$SF = \frac{\tau_y}{\tau} \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

SF = *Safety Factor*

$\tau_y$  = kekuatan luluh geser (Mpa)

$\tau$  = tegangan geser (Mpa)

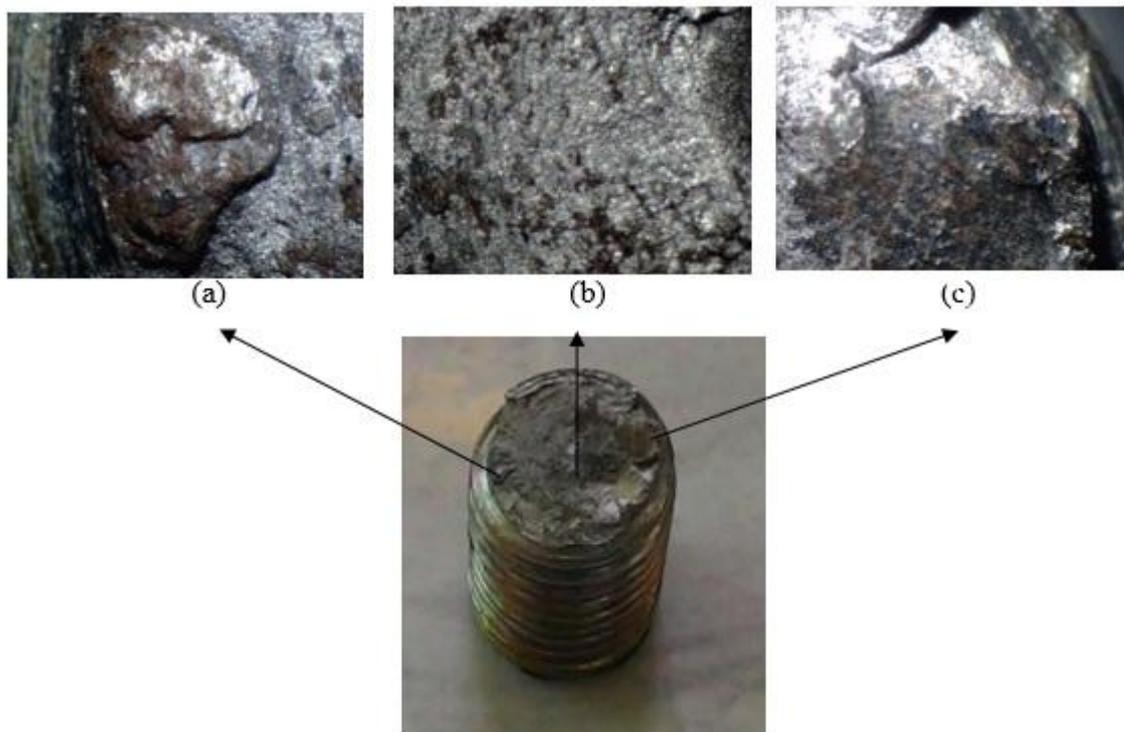
**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Data Clamp U**

*Clamp U* merupakan *part* yang digunakan dalam sepeda motor roda tiga. *Clamp U* merupakan *part* yang dikirim dari China, Dengan dimensi diameter luar (d)= 9,000 mm, diameter efektif (d1)= 7,647mm, diameter inti (d2)= 8,188mm, torsi pengencangan baut (T)=55 Nm. Adapun data *Clamp U* yang dikirim dari China. Total pengiriman 9228, Total reject 451, *Clamp U* yang bisa direpair 292 dan 1,72% dari supply *Clamp U* mengalami patah.

**3.2. Hasil Uji Makrografi**

Uji makrografi ini dilakukan untuk mengetahui bentuk patahan dan melihat adanya crack pada *Clamp U* yang patah. Bentuk patahan *Clamp U* bisa dilihat Gambar dibawah ini:

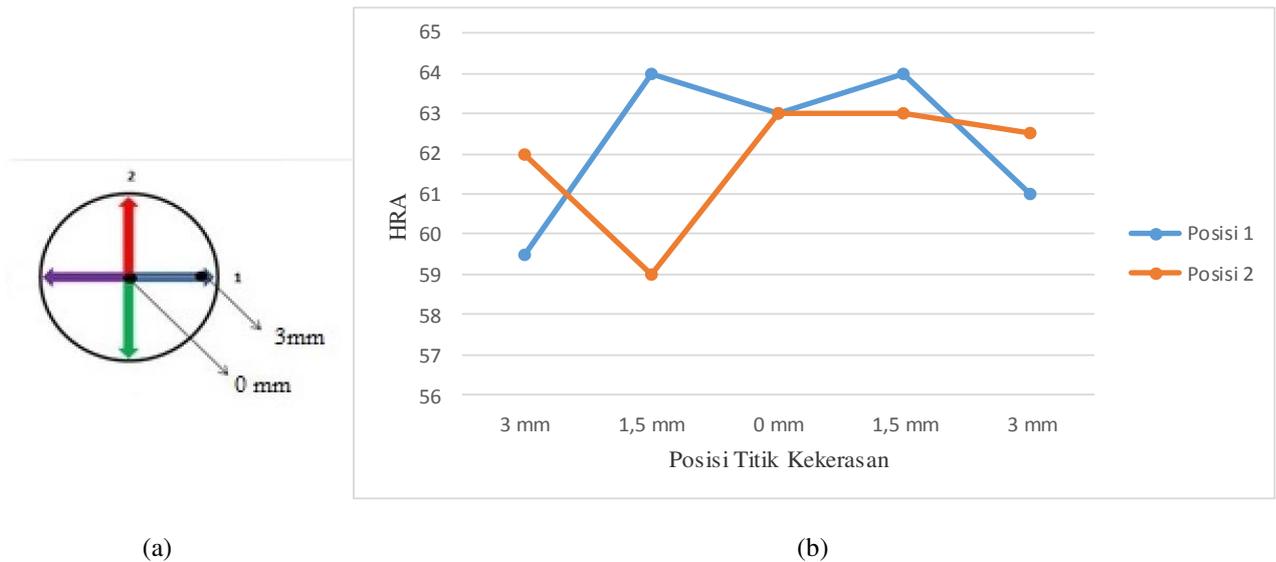


**Gambar 4.** (a) Permukaan *Clamp U* yang patah bagian kiri (b) permukaan *Clamp U* yang patah bagian tengah (c) Permukaan *Clamp U* yang patah bagian kanan

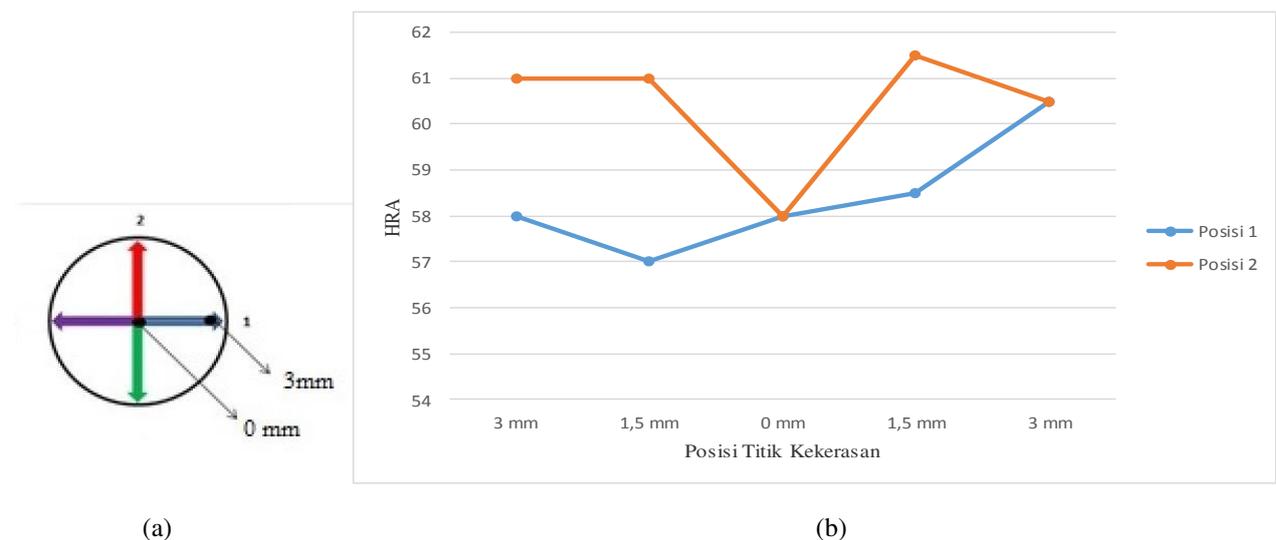
Dari Gambar ini bisa dilihat bahwa *Clamp U* ini patah akibat patah statis. Dan ini diperkuat dengan bentuk patahnya seperti ada serabut dan adanya root pada Gambar diatas.

**3.3. Hasil Uji Kekerasan**

Uji kekerasan dilakukan dengan alat uji kekerasan Rockwell A (HRA) yang berpedoman pada standar ASTM E18-11 dilakukan di Laboratorium Material Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro [2].



**Gambar 5.** (a) Posisi titik kekerasan *Clamp* U baru (b) Grafik hasil pengujian kekerasan HRA *Clamp* U baru



**Gambar 6.** (a) Posisi titik kekerasan *Clamp* U patah (b) Grafik hasil pengujian kekerasan HRA *Clamp* U patah

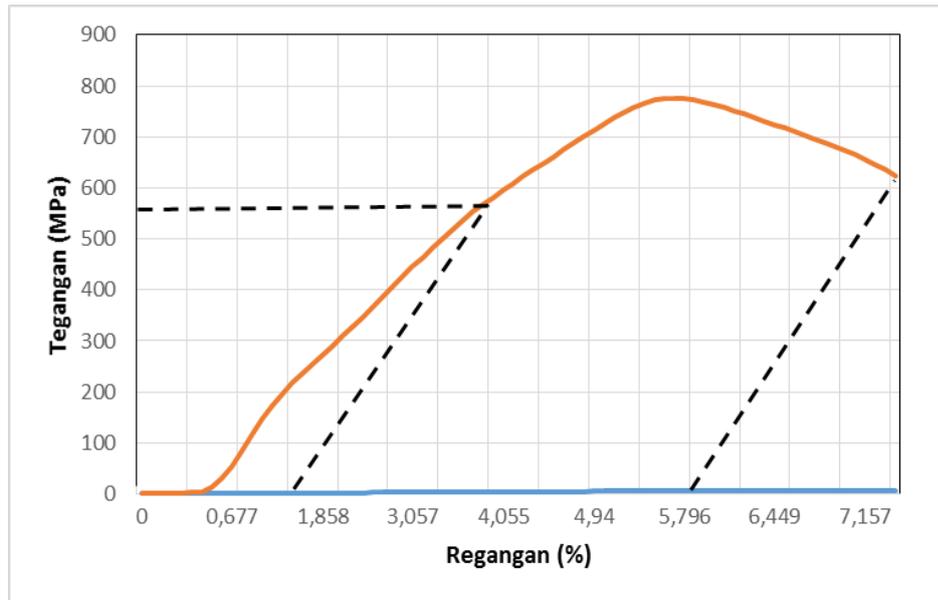
Dari Gambar 5 dan Gambar 6, dapat dilihat bahwa perbedaan tingkat kekerasan antara *Clamp* U baru dan *Clamp* U patah tidak terlalu signifikan. Yang membedakan adalah tingkat kekerasan bagian pinggir *Clamp* U baru lebih rendah dibandingkan tingkat kekerasan bagian tengah dan tingkat kekerasan bagian pinggir *Clamp* U patah lebih tinggi dibandingkan tingkat kekerasan dibagian tengah.

### 3.4. Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Material Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro menggunakan mesin uji tarik dengan model kontrol dan pencatatan data secara otomatis dengan program komputer. Pelaksanaan uji tarik berdasarkan standar ASTM E-8 [3].

Kekuatan tarik yang harganya sama dengan nilai tegangan tarik didapatkan dengan perhitungan beban maksimal dibagi dengan luas penampang spesimen uji tarik.

Dari Gambar 7 dapat diambil kesimpulan bahwa material *Clamp* U ini adalah AISI 1060, dilihat dari sifat mekanik dari AISI 1060 tersebut. Hasil uji kekuatan tarik didapatkan bahwa *Clamp* U ini memiliki *Ultimate tensile strength* 776,48 Mpa, Yield strength 560 Mpa, Elongation 13,3%. Disini dijelaskan hasil uji tarik yang dilakukan bahwa *Clamp* U patah akibat patah ulet.



Gambar 7. Grafik kekuatan tarik Clamp U

### 3.5. Analisis Tegangan

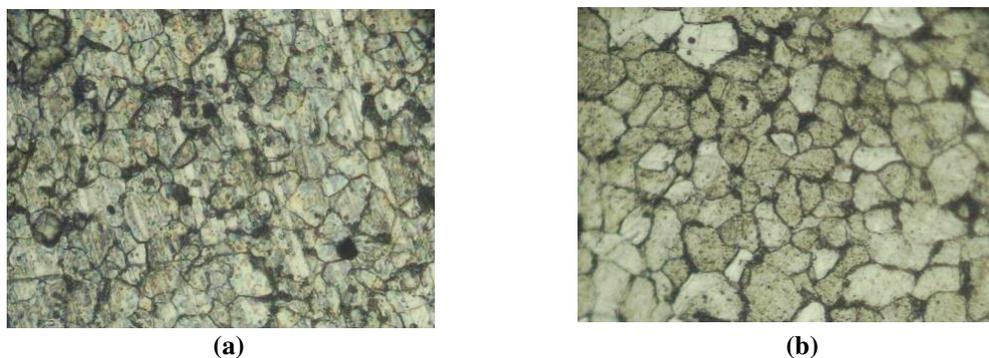
Analisis tegangan dilakukan untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada *Clamp U*. Adapun gaya-gaya yang berpengaruh pada *Clamp U* adalah [4]:

No.	Analisis	Nilai
1.	$F_i$	29,57 kN
2.	T	53,23 Nm
3.	$\tau$	62,67 MPa
4.	$\tau_y$	280 MPa
5.	Sf	4,5

Dari data perhitungan di atas di dapat bahwa nilai  $\tau < \tau_y$ . Maka dapat di simpulkan bahwa tegangan yang terjadi pada *Clamp U* sesuai dengan rancangan dan tegangan yang terjadi dapat diizinkan dengan nilai *Safety factor* sebesar 4,5.

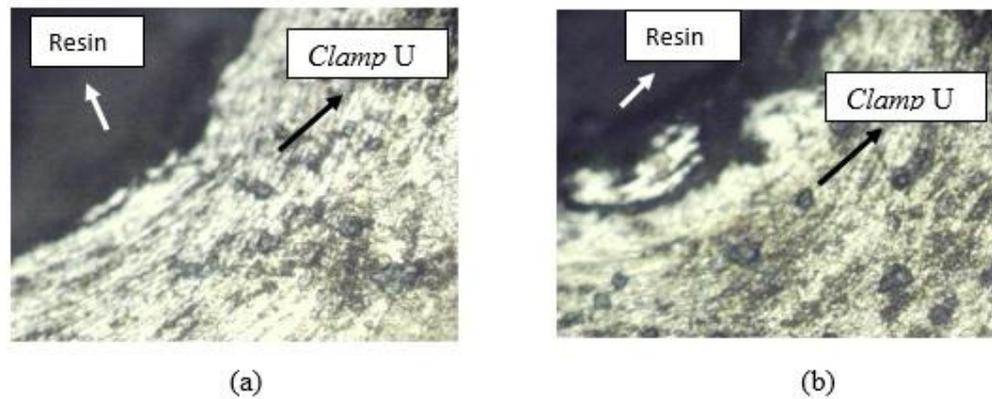
### 3.6. Uji Mikrografi

Pengujian mikrografi dilakukan di Laboratorium Material Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro menggunakan mikroskop mikrografi. Tujuan dari pengujian untuk mengetahui struktur mikro dan mengetahui proses pembuatan ulir. Adapun struktur mikro bisa dilihat Gambar dibawah ini:

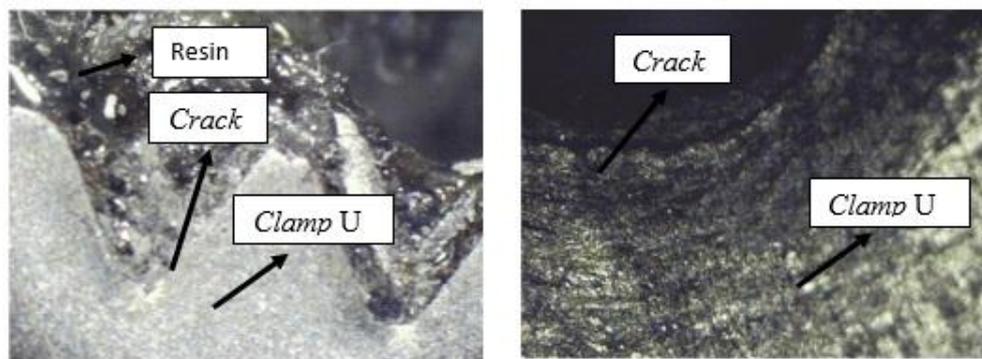


Gambar 8. (a) Struktur Mikro *Clamp U* baru (b) Struktur Mikro *Clamp U* patah

Gambar 8, Menjelaskan struktur mikro *Clamp U* baru dan *Clamp U* patah tidak ada perbedaan dari struktur mikronya. Dilihat dari struktur mikronya mengandung *Pearlite* (gelap) dan *Ferrite* (terang).



**Gambar 9.** Gambar a dan b Proses pembuatan ulir dengan proses *Thread Rolling*



**Gambar 10.** Mikrografi Ulir Clamp U patah

Dari Gambar 9, Menjelaskan bahwa proses pembuatan *part Clamp U*, Pembuatan ulir *Clamp U* ini dibuat dengan proses *Thread Rolling* dilihat dari alur struktur mikronya. Gambar 10 menjelaskan bahwa terjadinya kegagalan *Clamp U* terjadi pada proses pembuatan ulir. Dibuktikan bahwa adanya *crack* di ulir pada saat proses pembuatan ulir *Clamp U*.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian uji komposisi, Uji makrografi, Uji mikrografi, Uji tarik, Uji kekerasan dan Analisis tegangan ini dapat disimpulkan bahwa hasil uji komposisi dan uji kekerasan *Clamp U* baru dan *Clamp U* patah tidak mempengaruhi proses terjadinya kegagalan. Hasil uji tarik membuktikan bahwa *Clamp U* merupakan AISI 1060, Dilihat dari sifat mekanik yang didapat sesuai standar AISI 1060 dan *Clamp U* ini memiliki *Ultimate tensile strength* 776,48 Mpa, *Yield strength* 560 Mpa, *Elongation* 13,3%. Disini dijelaskan hasil uji tarik yang dilakukan bahwa *Clamp U* patah akibat patah ulet. Hasil Uji mikrografi yang didapat bahwa *Clamp U* baru dan *Clamp U* patah tidak ada perbedaan dari struktur mikronya. Dari gambar hasil mikrografi menyimpulkan bahwa proses pembuatan ulir *Clamp U* dilakukan dengan proses *Thread Rolling* dan menyimpulkan bahwa proses terjadinya kegagalan terjadi pada pembuatan ulir *Clamp U*, Dibuktikan dengan adanya *crack* pada ulir *Clamp U*.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] PT. Motorindo Triangle kawasan Industri Bukit Semarang Baru (BSB)., 2015 Semarang.
- [2] ASTM E18-11, 2012, “*Standard Test Method for Rockwell Hardness of Metallic Material*”
- [3] ASTM E 8M-04,2004, “*Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*”
- [4] Robert C.Juvinal. Kurt M.Marshek, 2012, *Fundamentals of Machine Component Design-fifth edition*, John Wiley & Sonc Inc, New Jersey.