

## Analisis Perbandingan Penggunaan Baut *Cylinder Head New* dan *Reuse* Unit *Ford Ranger 2.5L* Terhadap Pengujian Tarik

Yudi Kurniawan<sup>1\*</sup>, Nurul Huda<sup>1</sup>, Fajar Paundra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta Km.8, 76129

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl.Terusan Ryacudu Lampung, 35365

\*yudi.kurniawan@poltekba.ac.id

Diterima: 21 12 2024

Direvisi: 27 12 2024

Disetujui: 08 01 2024

### ABSTRAK

Setiap perusahaan memiliki sejumlah armada kendaraan ringan yang diperuntukan untuk mendukung sarana transportasi, salah satu unit tersebut adalah mobil *Ford Ranger 2.5L*. Permasalahan yang sering terjadi ialah kondisi unit *breakdown* pada  $\pm 80.000$  km akibat terjadi *low power* dan *abnormal noise* pada *engine* yang disebabkan kebocoran kompresi serta kebocoran saluran *lubrication* dan *water coolant* pada sisi *top engine*. Setelah dilakukan investigasi didapatkan baut *cylinder head* yang patah dan mulur. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan penggunaan baut *cylinder head new* dan *reuse* pada 80.000 km terhadap pengujian tarik. 4 spesimen baut yaitu baut *new* dan baut *reuse* dibentuk sesuai dengan standart ASTM E8 untuk memudahkan proses pengujian dan perhitungan. Hasil yang didapat dari pengujian dan perhitungan yaitu hasil *tensile strength* rata-rata baut *reuse* mengalami penurunan kekuatan tarik dibandingkan material baut *new* sekitar 20,4 Mpa. Kemudian untuk *yield strength* pada baut *reuse* mengalami penurunan sekitar 9,2 Mpa. Untuk modulus elastis material baut juga mengalami penurunan yang cukup signifikan yakni pada mencapai 1,115 Gpa. Seluruh penurunan kekuatan material baut *reuse* dikarenakan baut *reuse* yang telah digunakan selama  $\pm 80.000$  km telah mengalami deformasi dan *fatigue* yang diakibatkan selalu berhubungan dengan getaran dan temperatur yang tinggi saat *engine* beroperasi.

**Kata kunci** : baut, cylinder head, *tensile strength*, modulus elastis.

### ABSTRACT

Each company has a fleet of light vehicles intended to support transportation facilities, one of these units is the *Ford Ranger 2.5L* car. The problem that often occurs is the condition of the unit breakdown at  $\pm 80,000$  Km due to low power and abnormal noise in the engine caused by compression leaks and leaks in the lubrication and water coolant channels on the top side of the engine. After carrying out an investigation, it was found that the cylinder head bolt was broken and stretched. The aim of this research is to determine the comparison of the use of new and reused cylinder head bolts at 80,000 km in tensile testing. Bolt specimens were tested using a Universal Testing Machine (UTM). 4 bolt specimens, namely 2 new bolts and 2 re-used bolts, were formed in accordance with ASTM E8 standards to facilitate the testing and calculation process. The results obtained from testing and calculations are that the average tensile strength results for re-used bolts experience a decrease in tensile strength compared to new bolt material of around 20.4 Mpa. Then the yield strength of the reuse bolt decreased by around 9.2 Mpa. The elastic modulus of the bolt material also experienced a significant decrease, reaching 1.115 Gpa. The entire decrease in material strength of reuse bolts is due to the fact that reuse bolts that have been used for  $\pm 80,000$  km have experienced deformation and fatigue which is always associated with vibration and high temperatures when the engine is operating.

**Keywords**: bolts, cylinder head, *tensile strength*, elastic modulus.

## PENDAHULUAN

Untuk menjaga kondisi unit dan *performance engine*, maka pada unit *Ford Ranger 2.5L* dilakukan perawatan berkala, ada pun perawatan yang dilakukan disamping *service* yaitu dilakukan proses *overhaul* dan *repair*. Untuk jadwal *service* meliputi 500, 1.000, 2.000, 5.000, 10.000, 15.000, 20.000, 40.000, 60.000, 80.000, 100.000, 120.000 Km. Untuk proses *overhaul* pada 120.000 km atau pada kondisi *engine* sudah terlebih dahulu *breakdown* [1,2]. Proses *overhaul* merupakan proses pergantian atau perbaikan komponen *engine* seperti *crankshaft*, *piston*, *cylinder block*, *cylinder head*, *oil cooler*, *front hub*, *rear hub* dan *turbocharger*, sedangkan untuk baut khususnya baut *cylinder head* hanya dilihat dari fisik *head bolt* atau kepala baut dan *thread bolt* atau ulir baut untuk memeriksa kondisi dari baut masih dapat digunakan kembali atau harus diganti dengan yang baru [3,4].

Permasalahan yang sering terjadi ialah kondisi unit *breakdown* pada  $\pm 80.000$  km akibat terjadi *low power* dan *abnormal noise* pada *engine* yang disebabkan kebocoran kompresi serta kebocoran saluran *lubricating* dan *water coolant* pada sisi *top engine*. Setelah dilakukan investigasi didapatkan baut *cylinder head* yang patah dan mulur. Dari uraian diatas maka penulis tertarik meneliti tentang perbandingan penggunaan baut *cylinder head new* dan *reuse* unit *Ford Ranger 2.5L* pada 80.000 km terhadap pengujian tarik. Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu bagaimana perbandingan penggunaan baut *cylinder head new* dan *reuse* unit *Ford Ranger 2.5L* pada 80.000 km terhadap pengujian tarik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil mengetahui perbandingan penggunaan baut *cylinder head new* dan *reuse* unit *Ford Ranger 2.5L* pada 80.000 km terhadap pengujian tarik.

## METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang dilakukan, adalah sebagai berikut :

### Pengujian Tarik

Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan ini bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkraman yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*).

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu material, khususnya logam diantara sifat-sifat mekanis yang dapat diketahui dari hasil pengujian tarik Spesimen uji harus memenuhi standar dan spesifikasi dari ASTM E8. Bentuk dari spesimen penting untuk menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah *grip* atau yang lainnya. Jadi standarisasi dari bentuk spesimen uji dimaksudkan agar retak dan patahan terjadi di daerah *gage length* [5,6].

Kekuatan tarik atau *Ultimate Tensile strength* (UTS) adalah beban maksimum dibagi luas penampang lintang awal benda uji.

$$\sigma = \frac{P_{max}}{A_0} \quad (1)$$

Dimana:  $\sigma$  = Tegangan Tarik (MPa)  
 $P_{maks}$  = Beban maksimum (Newton)  
 $A_0$  = Luas penampang awal ( $mm^2$ )

Untuk menghitung Luas area penampang yaitu dengan menggunakan persamaan:

$$A = \frac{\pi}{4} (D^2) \quad (2)$$

Dimana:  $A_0$  = Luas penampang awal ( $mm^2$ )  
 $D$  = Diameter *speciment* (mm)

Kemudian untuk mengetahui besarnya *reduction area* atau area yang mengalami pengurangan akibat diberi beban yaitu:

$$R = \frac{\Delta A}{A_0} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana: R = *Reduction Area* (%)  
 $\Delta A$  = Perbedaan Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)  
 Af = Luas penampang setelah *fracture* (mm<sup>2</sup>)  
 A0 = Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>)

Modulus Elastisitas adalah ukuran kekuatan suatu bahan akan keelastisitasannya. Makin besar modulus, makin kecil regangan elastik yang dihasilkan akibat pemberian tegangan. Secara matematis persamaan modulus *elastic* dapat ditulis sebagai berikut:

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (4)$$

Dimana:  $\sigma$  = Tegangan (MPa)  
 $\epsilon$  = Regangan (*elongasi*) (%)  
 E = Modulus *elastic* (Gpa)

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan-regangan teknik adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan cara membagi perpanjangan yang dihasilkan setelah pengujian dilakukan dengan panjang awal. Untuk mencari *elongasi* ( $\epsilon$ ) dengan menggunakan persamaan:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana:  $\epsilon$  = Regangan (*elongasi*) (%)  
 $\Delta L$  = Perbedaan panjang (mm<sup>2</sup>)  
 Lf = Panjang setelah *fracture* (mm<sup>2</sup>)  
 L0 = Panjang awal (mm<sup>2</sup>)

### Variabel penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel, antara lain:

1. Variable bebas : variasi dari jumlah baut yang akan dilakukan pengujian, yaitu dua (2) baut *new* dan dua (2) baut *reuse*.
2. Variable terikat : hasil pengujian yang digunakan bersifat pengujian mekanik dengan uji tarik terhadap spesimen.
3. Variable kontrol: periode waktu perawatan pada unit dan suhu pada saat melakukan pengujian tarik.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil penelitian mengenai pengaruh penggunaan baut *cylinder head* yang telah dilakukan pengujian dengan empat spesimen yaitu: dua (2) baut *new* dan dua (2) baut *reuse*, telah diperoleh data-data sebagai berikut :

Pada Gambar 1 menunjukkan bentuk patahan permukaan dari baut *reuse* dan Gambar 2 menunjukkan bentuk patahan permukaan baut *new* yang mana menunjukkan bentuk patahan ulet (*ductile fracture*). Patah ulet adalah patahan disertai perubahan bentuk plastis (*plastic deformation*) [7].

Berikut adalah ciri-ciri patah ulet antara lain:

1. Terjadi deformasi plastis yang cukup besar sebelum patah
2. Bidang geser (*shear lip*) biasanya tampak atau diketemukan pada akhir patahan
3. Permukaan patahan berserat (*fibrous*) atau *silky texture*, tergantung pada jenis material
4. Penampang melintang di daerah patahan biasanya berkurang karena pengecilan penipisan (*necking*)
5. Pertumbuhan retak berjalan lambat.



**Gambar 1.** Permukaan patahan baut *reuse*



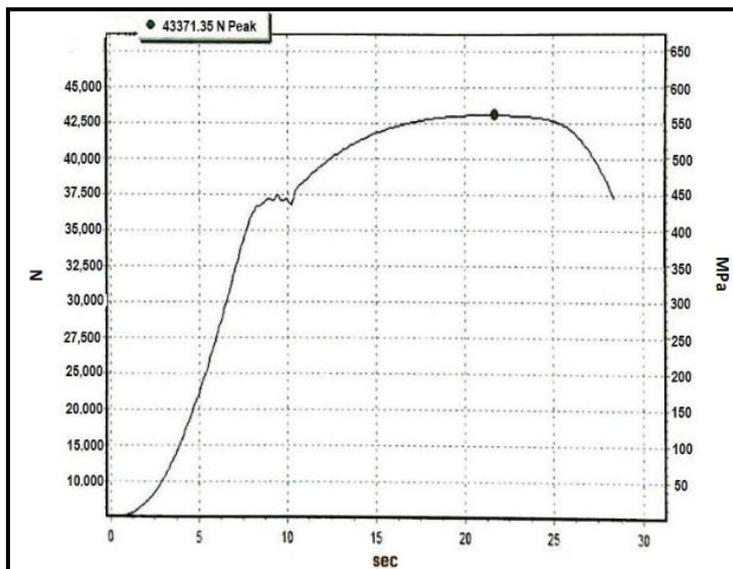
**Gambar 2.** Permukaan patahan baut *new*

### Hasil Pengujian Tarik

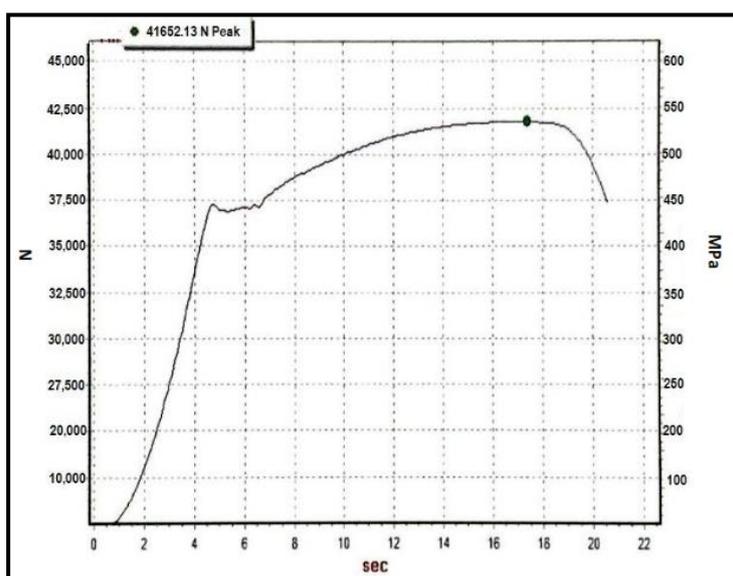
Berdasarkan hasil pengujian tarik dengan menggunakan alat UTM diperoleh berupa data dan grafik sebagai berikut :

**Tabel 1.** Data hasil pengujian tarik baut *new* dan *re-use*

<i>Speciment</i>	Pengujian Ke-	<i>L0</i> mm	<i>Area</i> mm <sup>2</sup>	<i>Max Force</i> N	<i>Yield Strength</i> Mpa	<i>Tensile strength</i> Mpa	<i>Elongation</i> %	<i>Lf</i> mm
Baut M12 <i>New</i>	1	100	78,5	43.371,3	452,2	552,5	11,0	111
	2	100	78,5	43.418,4	449,8	553,1	11,0	111
Baut M12 <i>Reuse</i>	1	100	78,5	41.652,1	440,7	530,6	15,7	115,8
	2	100	78,5	41.934,7	442,9	534,2	13,9	113,9



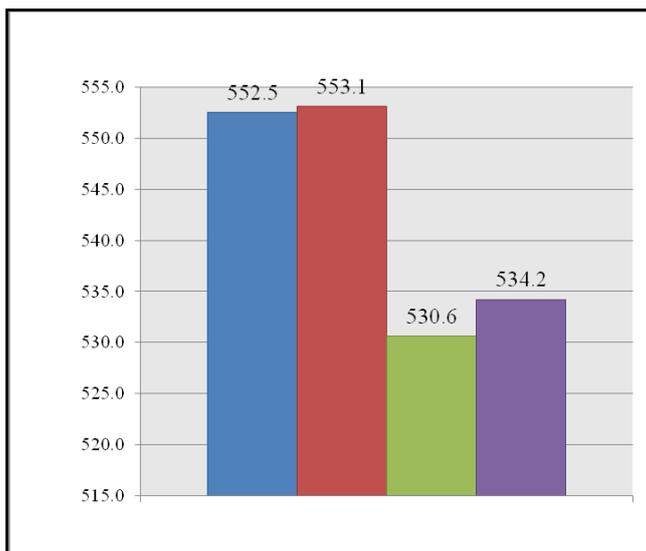
Gambar 3. Grafik hasil pengujian tarik baut *new*



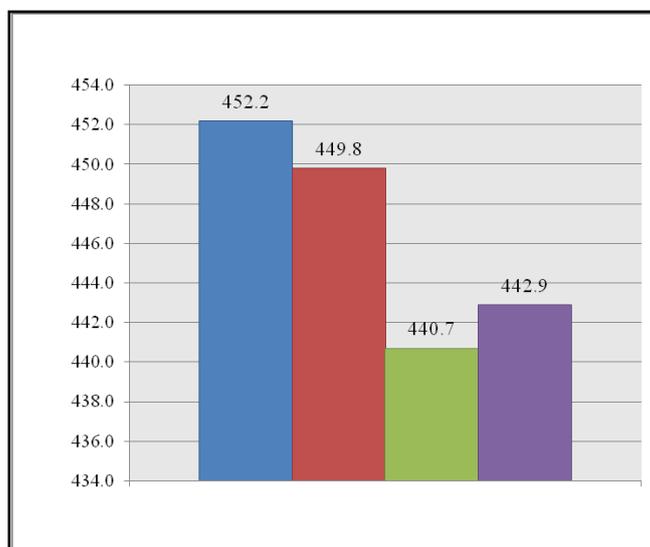
Gambar 4. Grafik hasil pengujian tarik baut *re-use*

#### Perhitungan *Tensile strength*, *Yield strength* dan *Modulus Elastis*

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, berikut adalah perbandingan besaran nilai *dari tensile strength* yang diberikan pada 2 sample baut *new* dan 2 sample *reuse* yang telah digunakan selama 80.000 km .



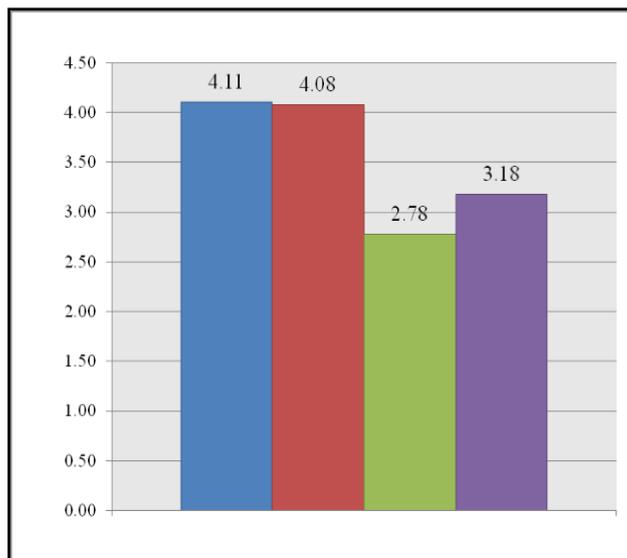
**Gambar 5.** Grafik hasil *Tensile Strength* baut *new*



**Gambar 6.** Grafik hasil *Yield Strength* baut *new*

Berdasarkan Gambar 5, menunjukkan nilai *tensile strength* baut *new* (1) = 552,5 MPa dan *new* (2) = 553,1 Mpa sehingga didapatkan nilai rata-rata baut *new* 552,8 MPa. Untuk baut *re-use*, nilai *tensile strength* yang diperoleh adalah baut *reuse* (1) = 530,6 MPa dan *reuse* (2) = 534,2 MPa sehingga nilai rata-rata baut *reuse* 532,4 MPa, hal ini dikarenakan terjadi penurunan kekuatan tarik dari material baut *reuse* sekitar 20,4 MPa. Penurunan dari nilai *tensile strength* ini dikarenakan material baut selalu terpapar dengan suhu yang tinggi pada *engine* diesel hingga  $\pm 80.000$  km, sehingga membuat kekuatan material baut menjadi menurun.

Gambar 6 menunjukkan nilai *yield strength* baut *new* (1) = 452,2 MPa dan *new* (2) = 449,8 MPa sehingga nilai rata-ratanya 451,0 MPa. Untuk nilai *yield strength* baut *reuse* (1) = 440,7 MPa dan *reuse* (2) = 442,9 MPa sehingga nilai rata-ratanya adalah 441,8 MPa. Penurunan sekitar 9,2 MPa. Penurunan dari nilai *yield strength* ini dikarenakan material baut selalu terpapar dengan getaran dan menahan tekanan kompresi pada *engine diesel*, sehingga nilai elastisitasnya semakin menurun pada  $\pm 80.000$  km, sehingga membuat kekuatan material baut menjadi menurun.



**Gambar 7.** Grafik hasil *modulus elastis* baut *new*

Dari hasil perhitungan modulus elastis pada Gambar 7, baut *new* rata-rata adalah 4,09 Gpa dan baut *reuse* rata-rata adalah 2,98 GPa, penurunan mencapai 1,115 GPa. Penurunan nilai modulus elastisitas berhubungan dengan menurunnya nilai *yield strength*, karena semakin menurunnya tegangan luluh yang dihasilkan maka akan mempengaruhi turunnya kemampuan elastisitas dari material untuk menahan gaya yang diberikan. Hal ini disebabkan karena material baut terus menerus mengalami getaran dan tekanan kompresi.

### KESIMPULAN

Hasil penelitian perbandingan pengujian tarik dari baut *cylinder head new* dan *reuse*, maka dapat disimpulkan bahwa hasil *tensile strength* atau kekuatan tarik baut *cylinder head new* terhadap baut *cylinder head reuse* mengalami penurunan sekitar 20,4 MPa. Nilai *yield strength* atau tegangan luluh pada baut *reuse* mengalami penurunan sekitar 9,2 MPa. Selain itu, modulus elastis material baut juga mengalami penurunan yang cukup signifikan yakni pada mencapai 1,115 GPa. Seluruh penurunan kekuatan material baut *reuse* dikarenakan baut *reuse* yang digunakan selama  $\pm 80.000$  km telah mengalami kelelahan akibat seringnya mengalami getaran secara terus menerus dan temperatur yang tinggi saat *engine* beroperasi. Dan juga material baut *reuse* sudah mengalami penurunan tingkat elastisitas baut yang dapat mempengaruhi optimalisasi penggunaan baut tersebut. Sehingga perlunya penggantian seluruh baut *cylinder head* dengan baut yang baru pada 80.000 km untuk mencegah terjadinya kerusakan pada *engine*

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Company, Ford Motor. "*Ford Ranger Manual*", 2014.
- [2]. UT School. "*Training Module Basic Engine Diesel*", two edition, PT.United Tractor, Jakarta, 2011.
- [3]. Daryanto. "*Dasar-Dasar Teknik Mobil*" CV. Bina Aksara, 1987.
- [4]. UTSchool. "*Training Module, Basic Machine Element*", two edition, PT.United Tractor, Jakarta, 2011.

- [5]. G. Antonio, "*Studi Pembuatan Spesimen Mini Uji Tarik dengan Teknik Blanking/Punching*", ISSN 1979-2409, No:2., 2008.
- [6]. ASTM, "*Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials (E8/E8M-09)*", American Association State Highway and Transportation Officials Standart (AASHTO), No:T68., 2010.
- [7]. B. Haris, "*Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja ST37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell*", Jurnal J-Ensitem, Vol:3, 2016.