

## **Analisis Kegagalan *Front Drive Shaft* Kanan Mobil**

Yuriski Fair Nasution, DN Adnyana

Program Studi Teknik Mesin, Institut Sains dan Teknologi Nasional

Email: [yuriskifairnasution25@gmail.com](mailto:yuriskifairnasution25@gmail.com)

---

---

**Informasi Artikel:**

*Received:*  
1 September 2020

*Accepted:*  
01 Desember 2021

*Available:*  
15 Desember 2021

---

---

**ABSTRAK**

Tulisan ini membahas tentang kegagalan yang terjadi pada *Front drive shaft* kanan kendaraan dengan spesifikasi material baja karbon medium S45C. *Front drive shaft* kanan menerima beberapa beban dinamis dan torsi sehingga harus kuat untuk menanggung stres. Pada *Front drive shaft* kanan menunjukkan bahwa adanya *initial crack* yang menyebabkan brittle fracture *overload* dan disebabkan oleh beban mendadak dari luar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor penyebab kegagalan tersebut dan memberikan solusi bila terjadi kasus yang serupa pada komponen dengan material yang sama.

---

---

**Kata Kunci:**

*Front drive shaft*  
kanan mobil  
Baja carbon medium  
S45C  
*Brittle fracture*  
*overload*  
Akibat beban  
mendadak

---

---

**ABSTRACT**

*This paper discusses the failure that occurred on the right Front drive shaft of a vehicle with the specification of S45C medium carbon steel material. The right Front drive shaft receives several dynamic loads and torque so it must be strong to endure stress. The right Front drive shaft shows that there is an initial crack which causes the brittle fracture overload and is caused by sudden external loads. The purpose of this study is to determine the factors causing the failure and to provide a solution if a similar case occurs in components with the same material.*

## 1 PENDAHULUAN

Sebuah poros drive, driveshaft, mengemudi poros, baling-baling poros (propeler shaft), atau poros gardan adalah komponen mekanis torsi transmisi dan rotasi, biasanya digunakan untuk menyambungkan komponen lain dari drive train yang terhubung langsung karena jarak atau kebutuhan untuk memungkinkan gerakan relatif di antaranya. Sebagai poros penggerak tentunya mendapatkan torsion dan shear stress, setara dengan perbedaan antara input torsi dan beban. Karena itu harus kuat terhadap stres, sementara untuk menghindari terlalu banyak berat tambahan akan meningkatkan inersia. Untuk memungkinkan variasi dalam penyelarasan dan jarak antara komponen penggerak dan yang digerakkan, *Drive shaft* sering memasukkan satu atau lebih *universal joint* atau *cv joint* secara bersamaan atau yang disebut prismatic joint [2].

Torsi yang dihasilkan dari mesin dan transmisi harus ditransfer ke roda belakang untuk mendorong kendaraan maju dan mundur. *Drive shaft* harus memberikan aliran daya yang mulus dan tidak terputus ke axle shaft. *Drive shaft* dan diferensial digunakan untuk mentransfer torsi ini [3].

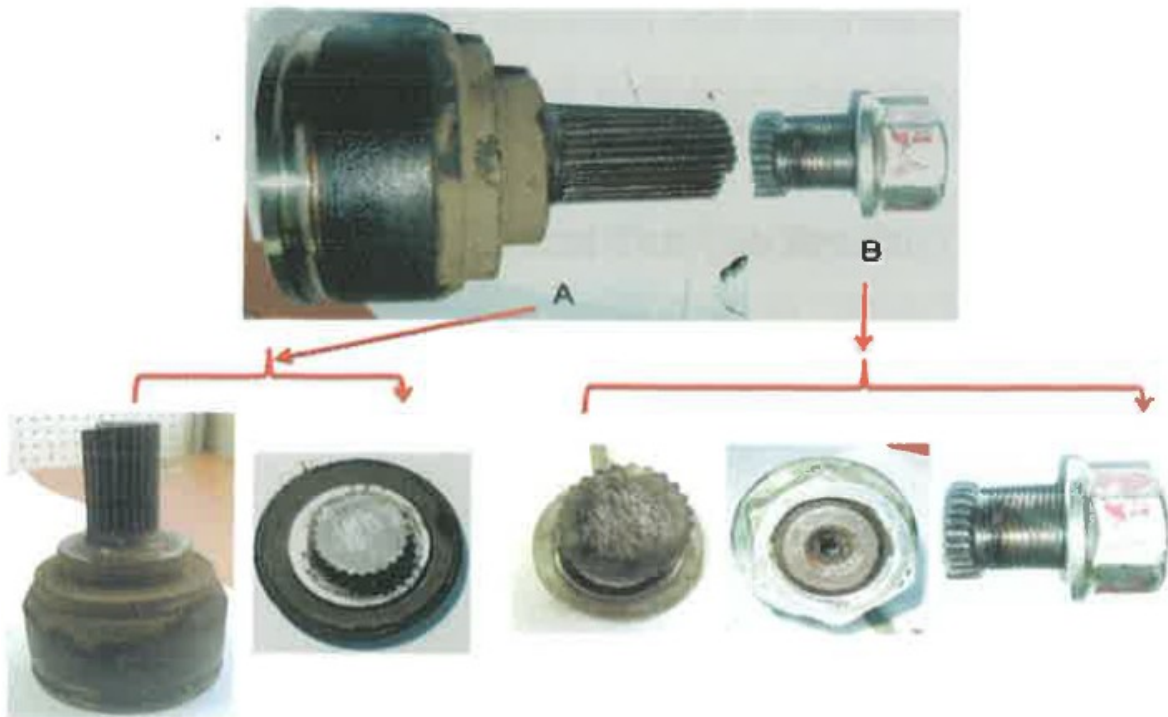
Dalam operasi, *Drive shaft* umumnya terdapat torsi stres dan tekanan lentur karena berat sendiri atau berat komponen atau kemungkinan ketidak sejajaran antara bantalan jurnal. Dengan demikian, komponen-komponen berputar rentan terhadap fatigue karena sifat operasinya dan fatigue failure umumnya dari tipe lentur torsional, rotating-bending, dan terbalik (dua arah) Kegagalan kelelahan dimulai pada titik yang paling rentan di daerah yang secara dinamis ditekan di mana ada penambahan stres. Penambahan stres mungkin bersifat mekanis atau metalurgi, atau kadang-kadang kombinasi keduanya [4].

Pergerakan kendaraan yang dilakukan dengan mentransfer torsi yang dihasilkan mesin ke roda setelah beberapa modifikasi. Transfer dan sistem modifikasi kendaraan disebut sebagai daya sistem transmisi yang berbeda dan memiliki fitur yang sesuai dengan jenis mengemudi kendaraan yang dapat menjadikan roda depan drive poros penggerak adalah bagian mekanis dari sistem transmisi yang digunakan untuk mentransfer daya dari engine ke roda. Ini terdiri dari dua kecepatan konstan *cv joint* dan poros dan universal digunakan sebagai penggerak roda depan (FWD).

## 2 METODE PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan serta memudahkan dalam pemahaman, penyusunan dan penulisan penelitian maka ada beberapa metode yang dilakukan yaitu uji makro dimana area terjadi nya patah adalah pada ujung *Front drive shaft* kanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, uji mikro dengan menggunakan alat metallurgical microscope Olympus GX41 dengan pembesaran 1000 kali dari objek, uji metalografi yang dilakukan dengan beberapa posisi pemotongan sampel sesuai dengan lokasi yang telah ditentukan dari unsur-unsur yang terkandung dalam material terhadap spesifikasi yang digunakan sebagai acuan, analisa komposisi kimia yang dilakukan dengan menggunakan *optical emission spectroscopy* (OES) untuk mencocokkan kesesuaian komposisi, uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut hardness tester dengan metode uji *hardness vickers* (HV) dan nama alat yang digunakan adalah *frank finotest* dengan beban 5 Kgf, sudut 136°, waktu 15 detik dan standar uji nya adalah SNI 19-0409-1989.

## Analisis Kegagalan Front Drive Shaft Kanan Mobil



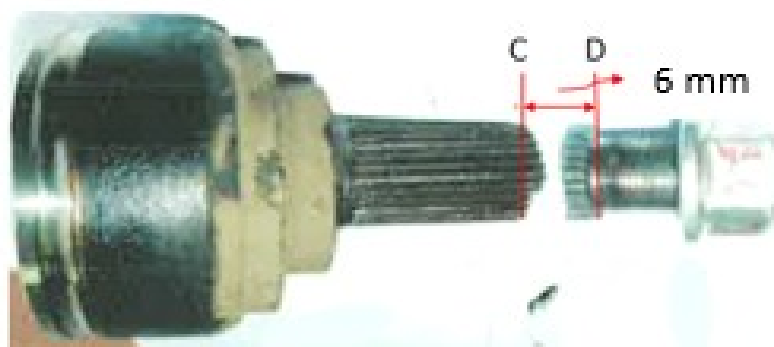
Gambar 1. Pengamatan visual *Front drive shaft* patah

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Kondisi *Front drive shaft* RH Pengamatan secara Visual

Pada *spline Front drive shaft* RH diamati secara visual terdapat beberapa *marking*, *marking* tersebut menunjukkan adanya pergesekan maupun pergerakan antara *spline Front drive shaft* RH dengan *spline steering knuckle*.

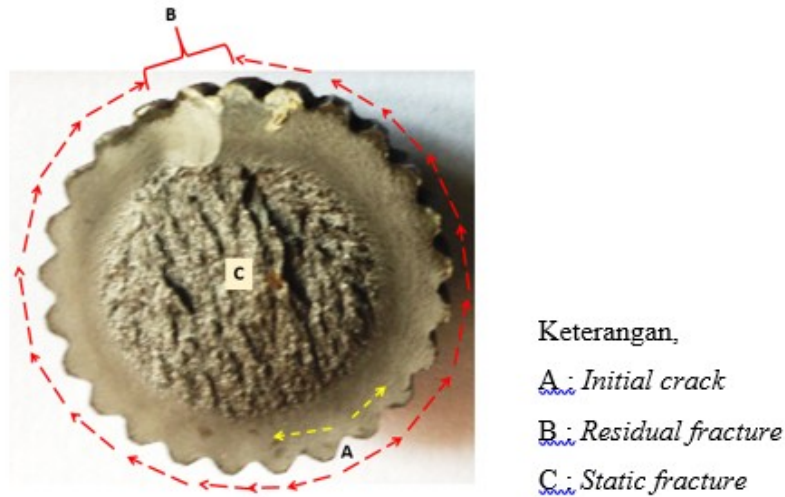
A – B adalah *marking* area kontak *spline Front drive shaft* RH dengan *spline steering knuckle* (kondisi terpasang normal) sedangkan C – D adalah kondisi *marking Front drive shaft* RH berubah posisi (mundur), *marking* area (jarak) *spline Front drive shaft* RH bergesekan dengan *spline steering knuckle* 6 mm (kondisi terpasang tidak normal).



Gambar 2. *Marking* area (Jarak) *spline Front drive shaft* kanan bergesekan dengan *spline knuckle* 6 mm (kondisi terpasang tidak normal / bergeser mundur)

### 3.2 Macrostructure Test

Macrostructure test dilakukan melalui wild photo macro type MPS inverted dengan pembesaran 7 kali pada objek. Pada incident *Front drive shaft* RH teridentifikasi *initial crack* pada area A.



Gambar 3. Macrostructure incident *Front drive shaft* kanan

### 3.3 Komposisi Kimia

Pengecekan komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan Optical Emission Spectroscopy (OES) dan hasilnya adalah dalam persentase. Komposisi kimia incident front drive RH menyerupai dengan komposisi kimia mill certificate *Front drive shaft* kanan sehingga dapat dikatakan bahwa komposisi kimianya tidak bermasalah karena masuk dalam standard.

*Front drive shaft* kanan dilihat dari komposisi kimia masuk dalam baja paduan yang mana nilai karbonnya 0.524 % dan beberapa penambahan unsur paduan seperti Al 0.016, Mo 0.006, Cu 0.211 untuk meningkatkan kekuatan tanpa mengurangi keuletannya, kekuatan fatik, tahan terhadap korosi, aus dan panas lebih baik. Adapun komposisi kimianya adalah :

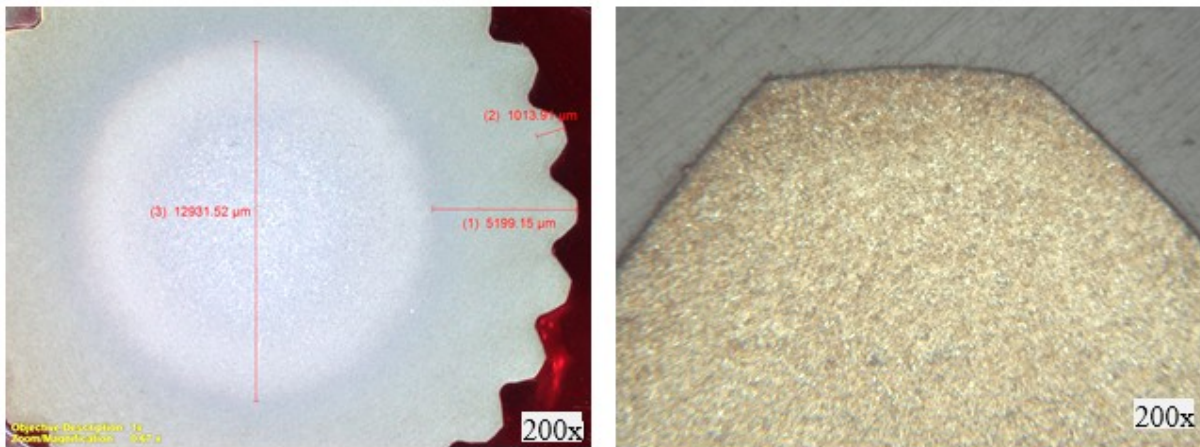
Tabel 1. Komposisi kimia *Front drive shaft* kanan

| Sample code                                    | C %   | Si %      | Mn %      | P %        | S %         |
|--|---|-----------|-----------|------------|-------------|
| <i>Front drive shaft</i> RH (Mill Certificate) | 0.50-0.56                                       | 0.15-0.30 | 0.65-0.80 | Max 0.025  | 0.010-0.025 |
|  | Cr %  | Mo %      | Ni %      | Al %       | Cu %        |
|  | -   | -         | -         | 0.015-0.04 | Max 0.25    |
|  | Incident <i>Front drive shaft</i> RH (test lab) | 0.524     | 0.282     | 0.651      | 0.014       |

| Sample code | C<br>%  | Si<br>% | Mn<br>% | P<br>%  | S<br>%  |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | Cr<br>% | Mo<br>% | Ni<br>% | Al<br>% | Cu<br>% |
|             | 0.190   | 0.006   | 0.078   | 0.016   | 0.211   |

### 3.4 Microstructure Test

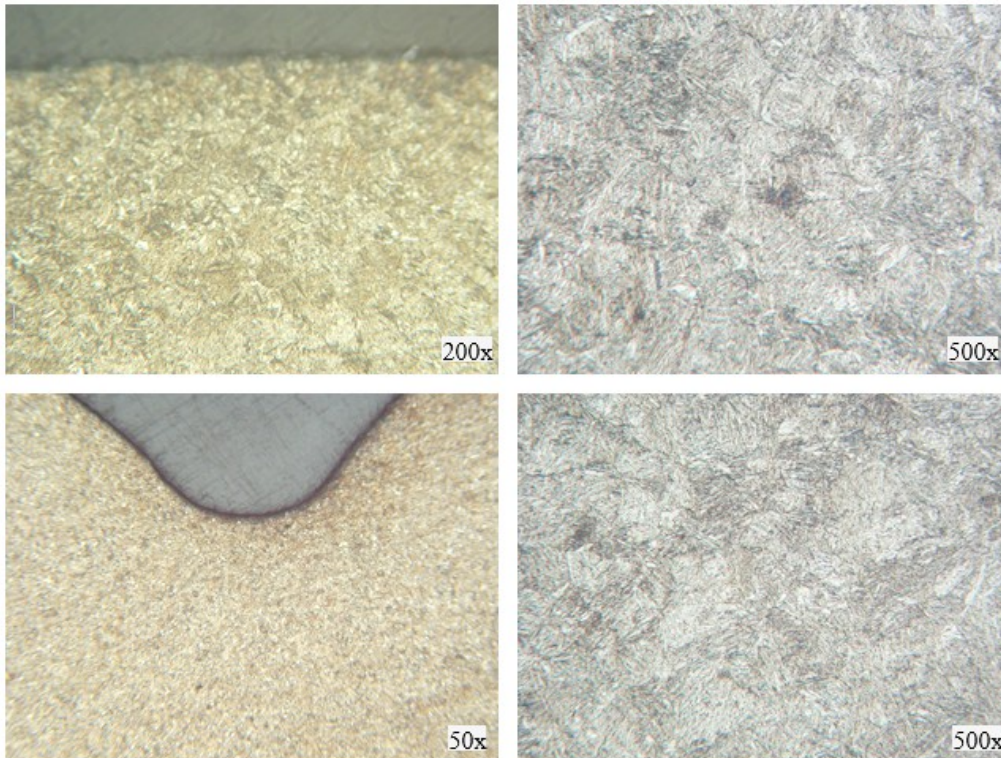
*Microstructure* test performance dilakukan dengan Metallurgical Microscope-Olympus GX 41 dengan pembesaran 500 kali pada objek. *Microstructure* test ini dilakukan untuk menganalisis pembentukan fase dan memastikan proses perlakuan panas dilakukan dengan sempurna atau tidak.



Gambar 4. Pemeriksaan sampel 1 potongan melintang

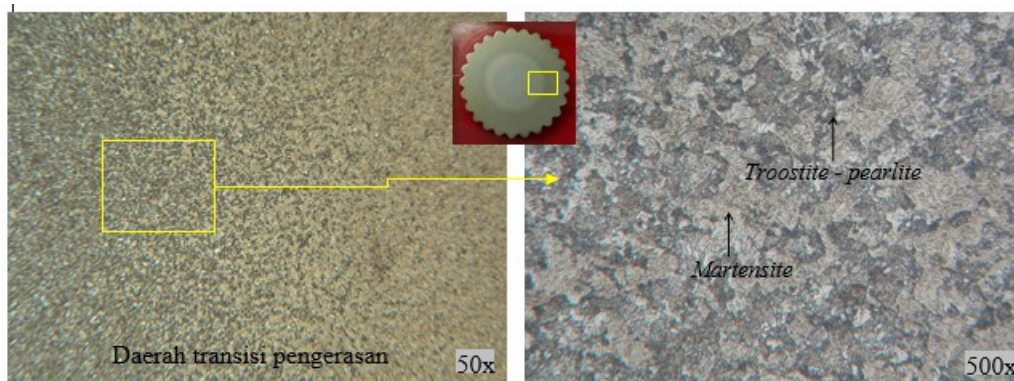
Pemeriksaan sampel 1 potongan melintang, tebal pengerasan permukaan diukur dari puncak roda gigi 5199  $\mu\text{m}$  dan tinggi roda gigi diukur dari lembah roda gigi 1015  $\mu\text{m}$ .





Gambar 5. Struktur mikro daerah yang dikeraskan

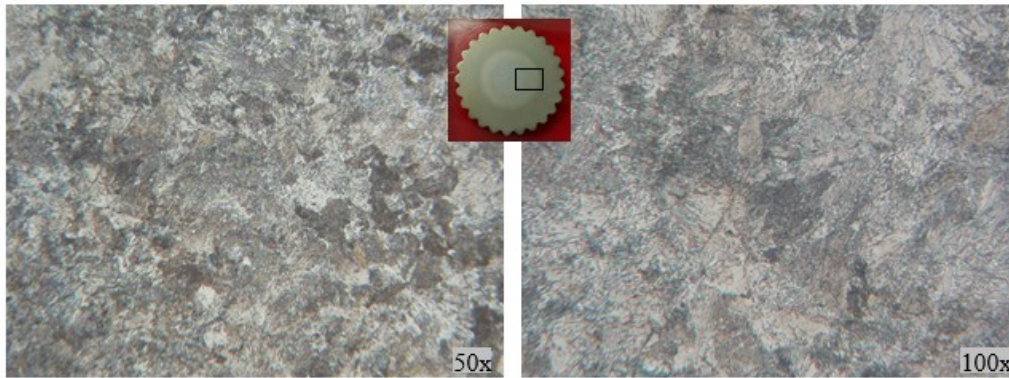
Struktur mikro daerah yang dikeraskan pada lokasi puncak gigi dan lembah gigi berupa martensit halus, nilai kekerasan antara 612-712 HV. Etsa: nital 2%.



Gambar 6. Struktur mikro sampel potongan melintang

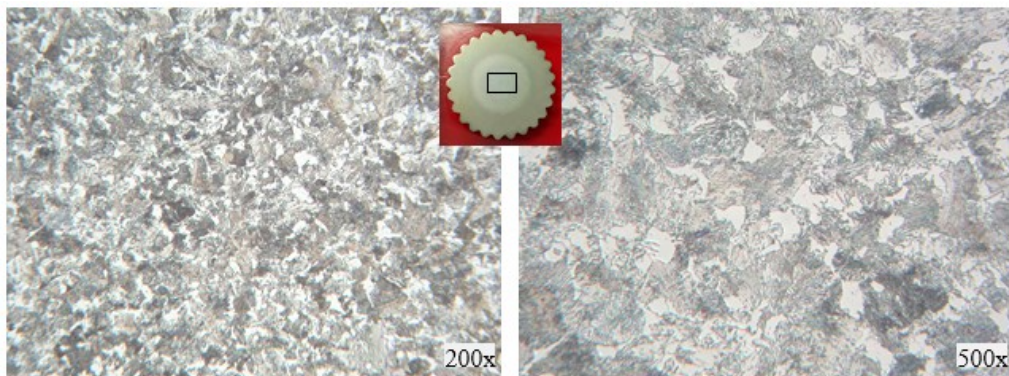
Struktur mikro sampel potongan melintang di bagian transisi pengerasan berupa troostite-perlite dan martensite.

## Analisis Kegagalan Front Drive Shaft Kanan Mobil



Gambar 7. Struktur mikro sampel potongan melintang

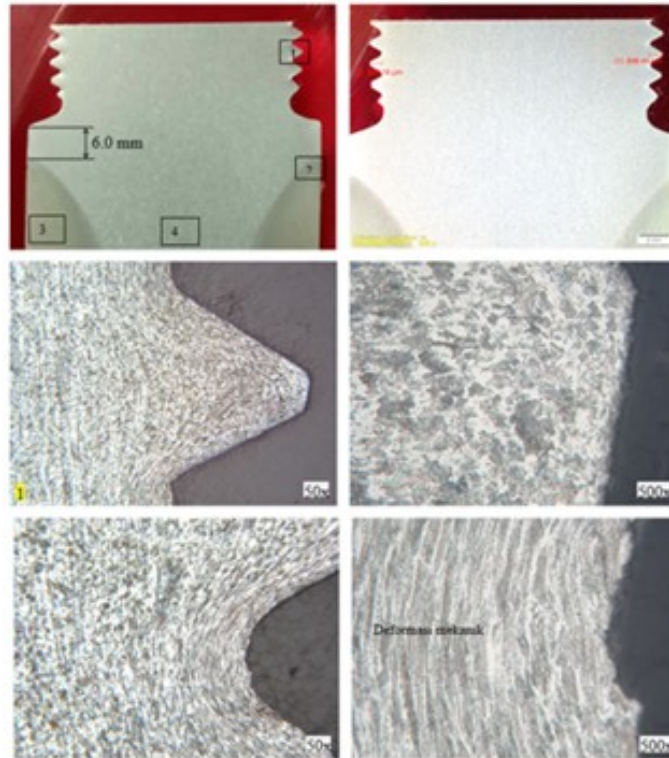
Struktur mikro sampel potongan melintang di bagian transisi pengerasan berupa perlite (bergaris) dan sedikit ferrit (putih).



Gambar 8. Struktur mikro sampel potongan melintang di bagian transisi pengerasan

Struktur mikro sampel potongan melintang di bagian transisi pengerasan berupa perlite (bergaris) dan ferrit (putih), nilai kekerasan antara 210-232 HV. Etsa: Nital 2%.



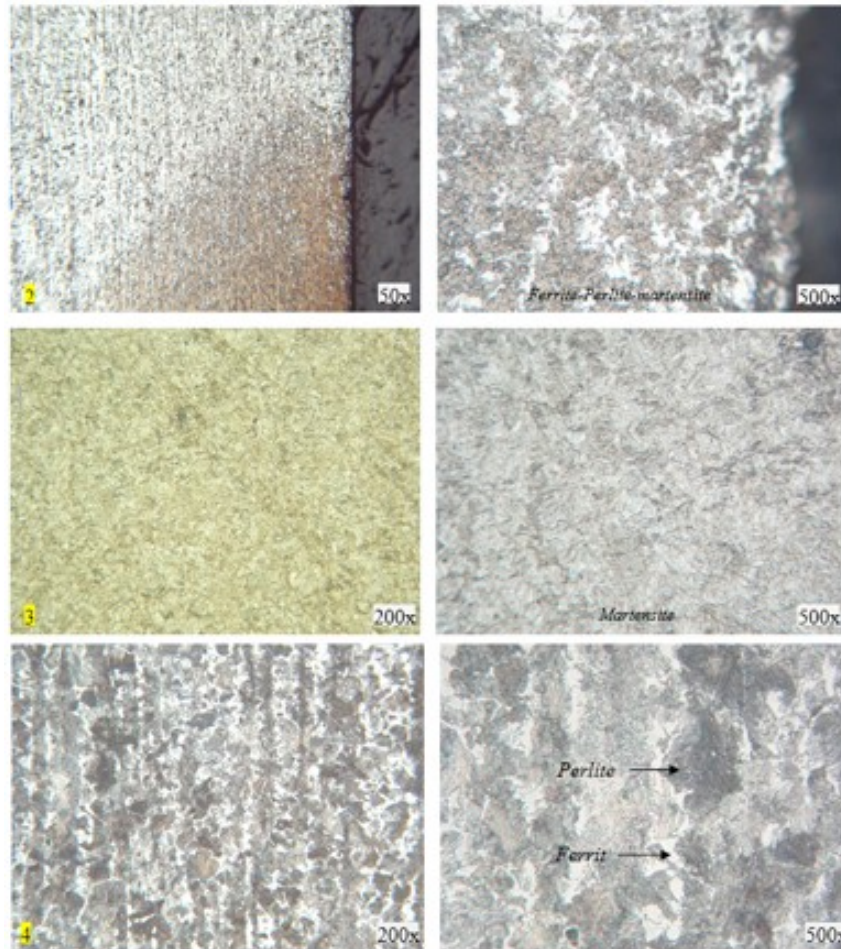


Gambar 9. Struktur mikro sampel 2 potongan memanjang

Struktur mikro sampel 2 potongan memanjang (lokasi 1) di bagian ulir berupa *ferrit-perlite* dan di lembah gigi mengalami deformasi mekanik pada proses pembuatan ulir. Hasil pengukuran tinggi ulir 859  $\mu\text{m}$ , nilai kekerasan antara 212-217 HV. Etsa: Nital 2%



## Analisis Kegagalan Front Drive Shaft Kanan Mobil



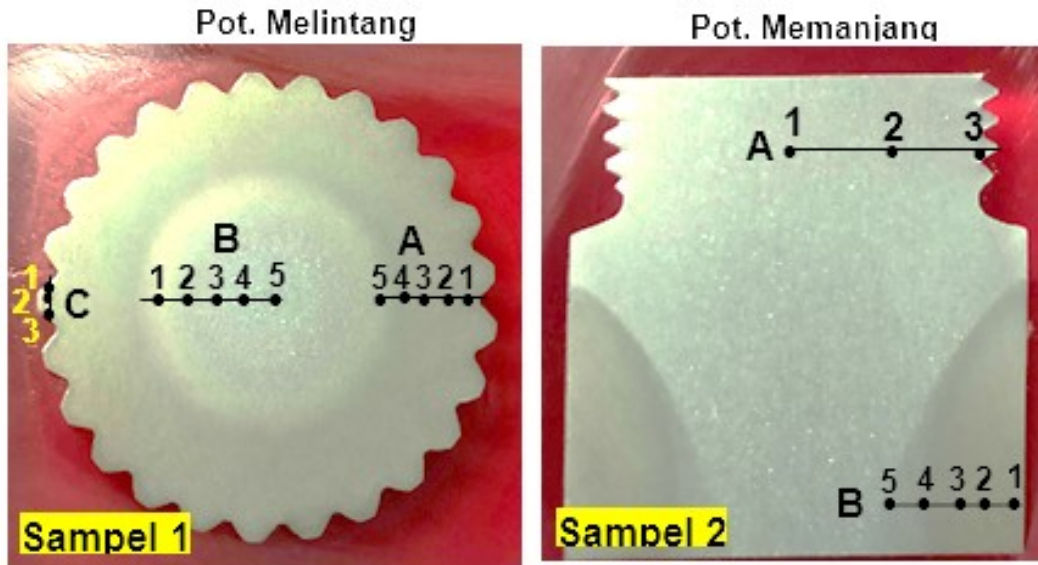
Gambar 10. Struktur mikro sampel 2 potongan memanjang, pada lokasi 2

Struktur mikro sampel 2 potongan memanjang, pada lokasi 2 daerah transisi panas struktur mikro berupa ferrit, perlite dan martensit dan lokasi 3 pada daerah pengerasan berupa martensit, nilai kekerasan antara 642-730 HV. Sedangkan daerah tengah (lokasi 4) berupa *ferrit-perlite*, nilai kekerasan 212-217 HV. Etsa: Nital 2%.

Pembentukan *ferrit-perlite phase* pada area inti menunjukkan area tersebut lebih lunak. Martensit phase terbentuk dipermukaan untuk meningkatkan sifat mekanis seperti torsion and bending.

### 3.5 Uji kekerasan (Hardness Vickers)

Berdasarkan mechanical test, material ini tahan terhadap abrasi and deformation. Nilai kekerasan mikro yang berbeda menunjukkan bahwa bahan bagian permukaan dikeraskan melalui heat treatment process, adapun hardness rockwell basenya adalah 96.



Gambar 11. Lokasi uji kekerasan (HV)

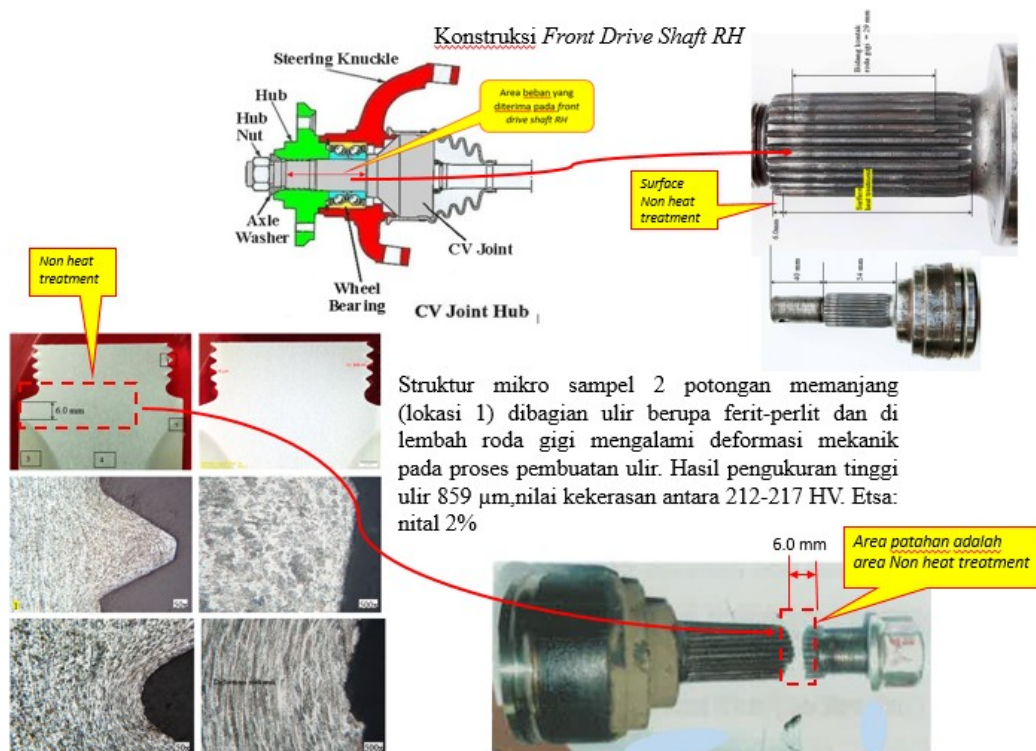
Tabel 2. Hasil uji kekerasan (HV)

| No | Nilai Kekerasan , HV     |          |          |                         |          | Keterangan |
|----|--------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|------------|
|    | Sampel 1 (pot.melintang) |          |          | Sampel 2 (po.memanjang) |          |            |
|    | Lokasi A                 | Lokasi B | Lokasi C | Lokasi A                | Lokasi B |            |
| 1  | 712                      | 336      | 699      | 205                     | 702      | OK         |
| 2  | 699                      | 293      | 687      | 210                     | 725      | OK         |
| 3  | 676                      | 232      | 676      | 220                     | 730      | OK         |
| 4  | 676                      | 216      | -        | -                       | 642      | OK         |
| 5  | 612                      | 216      | -        | -                       | 376      | OK         |

### 3.6 Analisa Regangan

Dari pengamatan secara visual kondisi *Front drive shaft* kanan terdapat beberapa *marking* pada *spline Front drive shaft* kanan dapat diartikan bahwa *Front drive shaft* kanan kondisinya adalah tidak terpasang dengan benar (kondisi *Front drive shaft* kanan mundur). Kondisi *Front drive shaft* kanan tidak terpasang dengan benar bisa disebabkan oleh nut (mur) *Front drive shaft* kanan under torque (tidak dilakukan pengencangan pada mur sesuai dengan spesikasinya).

## Analisis Kegagalan Front Drive Shaft Kanan Mobil



Gambar 12. Area patah *Front drive shaft* kanan

### Diketahui:

1. Panjang total tumpuan *Front drive shaft* kanan : 54 mm
2. Panjang tumpuan hub : 27 mm
3. Panjang tumpuan hub carrier : 27 mm
4. Tumpuan hub dianggap sebagai fix, tumpuan hub carrier sebagai force dengan beban merata.
5. Dalam kondisi normal, sumbu fix, setengah Panjang tumpuan hub, atau  $27/2 = 13,5$  mm
6. Panjang shaft dianggap tumpuan hub carrier + jarak sumbu fix =  $27 + 13.5 = 40.5$  mm
7. Dalam kondisi abnormal, sumbu fix berada pada daerah tidak di heat treatment, atau pada perbatasan antara daerah heat treatment dengan daerah tidak di heat treatment. Jarak, 6 mm dari ujung, atau 21 mm dari ujung hub . Panjang shaft  $27 + 21$  mm = 48 mm
8. Beban hub carrier adalah berat total kendaraan dibagi 4 roda =  $1675 \text{ Kg} : 4 = 418,75 \text{ Kg}$  (Kenapa dibagi 4 karena tumpuan body kendaraan pada 4 roda).

Perhitungan beban ini dengan memasukkan faktor koreksi beban tiba-tiba kejutan berat yaitu 3.

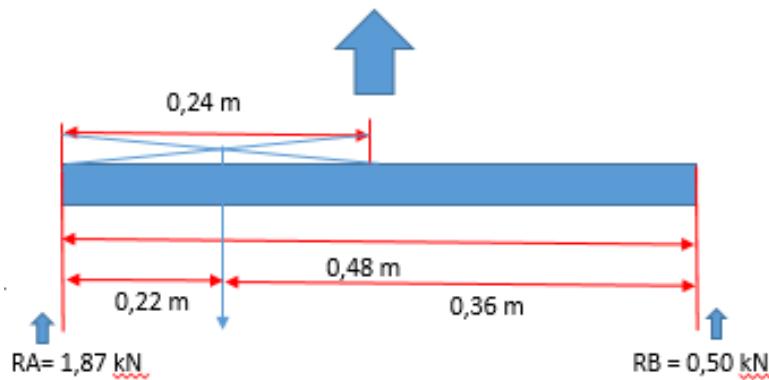
### 3.7 Beban Normal *Front drive shaft* Kanan Tidak Bergeser

Momen lentur dan momen puntir (momen bending)

$$\sigma_{max} = \left(\frac{5,1}{d^3}\right) \sqrt{Km \cdot M^2 + Kt \cdot T^2}$$

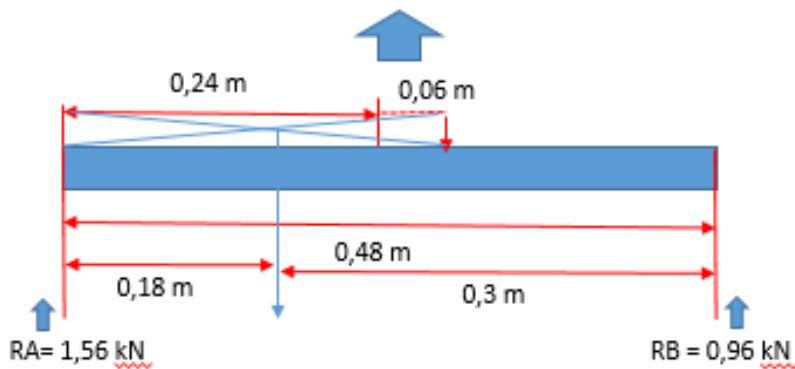
$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= \left(\frac{5,1}{0,03^3}\right) \sqrt{(3 \times 0,045)^2 + (3 \times 0,5)^2} \\ &= 188.888,8 \times 1,5 \\ &= 283.332 \text{ Pa} \\ &= 283,3 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Artinya : Kondisi *Front drive shaft* kanan pada kondisi tidak bergeser, momen bending dan momen torsinya 283,3 MPa



Gambar 13. Beban normal *Front drive shaft* tidak bergeser

Beban normal kondisi *Front drive shaft* kanan bergeser 6 mm



Gambar 14. Beban normal *Front drive shaft* kanan bergeser 6mm

Momen lentur dan momen puntir (momen bending)

$$\sigma_{max} = \left(\frac{5,1}{d^3}\right) \sqrt{Km \cdot M^2 + Kt \cdot T^2}$$

$$\sigma_{max} = \left(\frac{5,1}{0,03^3}\right) \sqrt{(3 \times 2,06)^2 + (3 \times 0,5)^2}$$

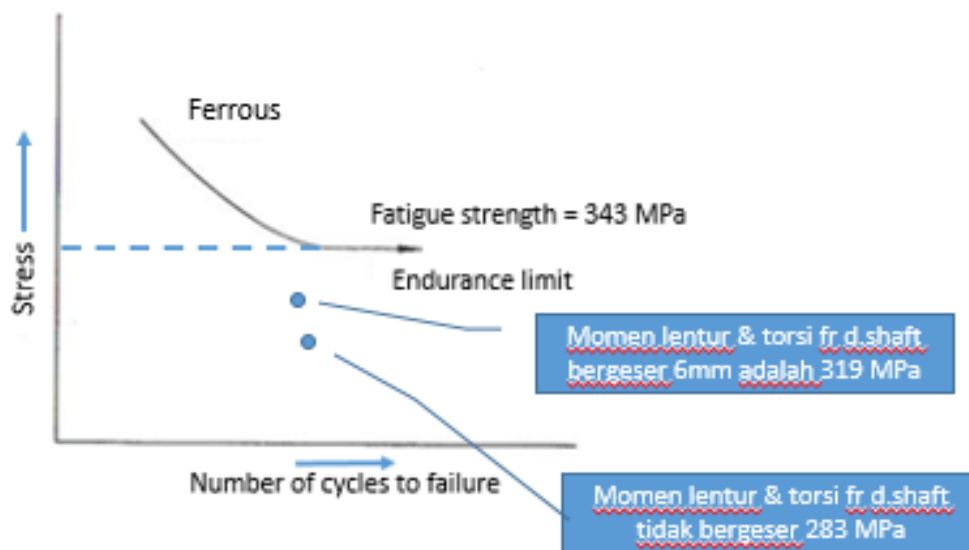


$$\begin{aligned}
 &= 188.888,8 \times 1,69 \\
 &= 319.222 \text{ Pa} \\
 &= 319,2 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Artinya : Kondisi *Front drive shaft* RH pada kondisi bergeser 6 mm, momen bendungnya 319,2 Mpa

Tegangan yang terjadi awal adalah 219 MPa (kondisi *Front drive shaft* kanan tidak bergeser) sedangkan pada saat bergeser 6 mm meningkat menjadi 319,2 MPa. Patahnya *Front drive shaft* kanan disebabkan oleh peningkatan tegangan yang melebihi dari Tensile strength bisa dikarenakan shock atau beban kejut yang besar sehingga menyebabkan *overload* pada *Front drive shaft* kanan dan patah. Beban kejut atau *overload* ini bisa disebabkan oleh kondisi jalan atau roda mobil masuk lubang yang dalam atau terdapat impact dari luar dengan evidence ditemukan nya *initial crack* pada *Front drive shaft* kanan.

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| Spesifikasi baja S45C, |             |
| Yield strength         | : > 490 MPa |
| Tensile strength       | : > 686 MPa |
| Elongation             | : > 17%     |
| Hardness HB            | : 201 - 269 |
| Reduction of area      | : > 45%     |



Gambar 15. Kurva tegangan dan siklus

Catatan :

- Fatigue strength = 0,5 Tensile strength
- Jika momen lentur dan momen torsi melebihi dari Tensile strength bisa disebabkan oleh kesalahan desain.

#### 4 KESIMPULAN

Tegangan yang terjadi awal nya adalah 219 MPa (kondisi *Front drive shaft* kanan tidak bergeser) sedangkan pada saat bergeser 6 mm (ke arah non heat treatment) tegangan meningkat menjadi 319,2 MPa. Patahnya *Front drive shaft* kanan disebabkan oleh peningkatan tegangan yang melebihi dari Tensile strength bisa di sebabkan oleh shock atau

beban kejut yang besar sehingga menyebabkan *overload* pada *Front drive shaft* kanan dan patah dan area patah tersebut adalah area non heat treatment dimana area tersebut lebih lunak. Beban kejut atau *overload* ini bisa disebabkan oleh kondisi jalan atau roda mobil masuk lubang yang dalam atau terdapat impact dari luar dengan evidence ditemukannya *initial crack* pada *Front drive shaft* kanan dan juga beberapa factor pendukung analisis lainnya sebagai berikut:

1. Berdasarkan investigasi mekanikal properti dan komposisi bahan kimia, hasil tes sesuai dengan spesifikasi, dapat diartikan kegagalan bukan disebabkan oleh material.
2. Hasil dari *mechanical test* material ini tahan terhadap *abrasion and deformation*, nilai kekerasan mikro menunjukkan bahwa bagian permukaan dikeraskan melalui *heat treatment process* dan masuk dalam spesifikasi.
3. Pada *microstructure test* terlihat *ferrite-perlite phase* yang terpusat pada inti *Front drive shaft* kanan sedangkan pada area luar terdapat *martensite phase* dengan mempertahankan *austenite* untuk meningkatkan sifat mekanis *torsion* dan *bending*.
4. Pada *macrostructure* terlihat ada nya *initial crack*, *residual fracture* dan *static fracture* yang mengindikasikan telah terjadi *sudden impact load from external* dan terjadinya *crack* adalah pada area *non heat treatment*.
4. Pengamatan visual pada *Front drive shaft* kanan terdapat pergeseran *marking* pada *spline Front drive shaft* kanan yang mengindikasikan bahwa telah terjadi pergeseran (mundur), bisa disebabkan mur (*nut*) *Front drive shaft* kanan tidak kencang (*under torque*).

## 5 REFERENSI

- [1] Muni kishore, J. K. (2016, Aug). Design and Analysis of *Drive shaft* of an Automobile. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 38, 291.
- [2] Amim Altaf Baig, A. M. (2016, Aug). Design, Failure Analysis and Optimization of a Propeller Shaft for Heavy Duty Vehicle. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS)*, 2(8), 2454-1311.
- [3] Jayanaidu, P., Hibbatullah, M., & Baskar, P. (2013). *Analysis of a Drive shaft for automobile applications*, 10(2), 43-46.
- [4] Asi, O. (2006). *Fatigue failure of a rear axle shaft of an automobile*. Turkey: Department of Mechanical Engineering, Usak Engineering Faculty, Afyon Kocatepe University.