

ANALISIS KELELAHAN *AXLE SHAFT* TRUK ISUZU ELF 125 Ps

Rifanli Wahab¹⁾, Stenly Tangkuman²⁾, Tritiya Arungpadang³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus UNSRAT, Manado

ABSTRAK

Axle Shaft atau poros penggerak roda merupakan suatu komponen dari kendaraan yang berfungsi meneruskan putaran dari differensial ke roda. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan distribusi *life*, *damage*, dan *safety factor* pada *axle shaft* akibat beban lelah, dengan bantuan software Ansys 14 dan mengetahui lokasi pada *axle shaft* yang paling berpotensi mengalami kerusakan akibat beban lelah.

Kegiatan penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai *Axle Shaft* kemudian dilakukan pengambilan data, setelah itu membuat model *Axle Shaft* menggunakan SolidWorks 2013. Kemudian dilakukan analisis kelelahan dengan perangkat lunak Ansys Workbench 2014. Dari analisis tersebut didapat *life*, *damage*, dan *safety factor* dari *Axle Shaft*. Selain itu dilakukan juga observasi makroskopik pada permukaan patahan *Axle Shaft* yang sudah rusak.

Distribusi nilai *life*, *safety factor*, dan *damage* akibat beban lelah sudah dapat diperoleh. Dan lokasi pada *Axle Shaft* yang paling berpotensi mengalami kerusakan adalah berkisar 3,3 cm dari ujung kiri. Dari hasil observasi makroskopik pada *Axle Shaft* yang sudah rusak diputuskan bahwa kelelahan pada poros dikarenakan torsi yang terjadi pada poros.

Kata kunci: Kelelahan, *Axle Shaft*, Simulasi

ABSTRACT

Axle Shaft or wheel driver shaft is a component of a vehicle that intended to continue the rotation of the differential to the wheels. The purpose of this research is to get the distribution of life, damage, and safety factor on the axle shaft due to fatigue load using Ansys 14 software, and to know the location at the axle shaft that potentially damaged due to fatigue load.

At first, literature study was undertaken, then did data collection. After that, developed model of Axle Shaft using SolidWorks 2013. Finally, did fatigue analysis with software Ansys Workbench 2014. Based on the analysis, obtained life time, damage, and safety factor at Axle Shaft. In addition, also did macroscopic observations at surface of a broken Axle Shaft.

Distribution value of life time, safety factor, and damage due to fatigue loads have been obtained. On the other hand, the location at axle shaft that most potentially damaged is about 3.3 cm from the left end. Based on the macroscopic observation, the damaged at Axle Shaft cause by torsion occurring at the shaft.

Keyword: Fatigue, *Axle Shaft*, Simulation

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari truk merupakan kendaraan yang tidak asing lagi. Truk merupakan gabungan dari berbagai macam komponen yang bekerja saling mendukung dan terpadu sehingga berfungsi sebagaimana mestinya. Banyak hal yang harus diperhatikan oleh seorang perancang dalam perancangan komponen truk, hal tersebut antara lain komponen sesuai fungsi, aman, ekonomis, dan berdimensi optimum.

Truk dapat berjalan atau beroperasi dengan sempurna apabila semua komponen dalam keadaan baik. Salah satu bagian truk adalah *axle shaft*. *Axle shaft* atau poros penggerak roda adalah merupakan poros pemutar roda-roda penggerak yang berfungsi meneruskan tenaga gerak dari *differential* keroda-roda.

Namun dalam penggunaannya *Axle Shaft* pasti mengalami kelelahan, sehingga akan mempengaruhi kekuatan dari *Axle Shaft* tersebut dan akhirnya terjadi retak dan patah. Hal tersebut pasti akan berpengaruh pada operasional dari truk itu sendiri, sehingga harus

diadakan perbaikan. Oleh sebab itu dilakukan penelitian mengenai analisis kelelahan pada *Axle Shaft* untuk mempelajari terjadinya kelelahan dan dapat memprediksi kapan *Axle Shaft* itu akan rusak (patah).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana analisis kelelahan pada *axle shaft* truki suzu ELF 125 Ps.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan distribusi *life*, *damage*, dan *safety factor* pada *axle shaft* akibat beban lelah, dengan bantuan software Ansys 14.
2. Mengetahui lokasi pada *axle shaft* yang paling berpotensi mengalami kerusakan akibat beban lelah.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian harus dibatasi agar tidak meluas dan memudahkan dalam proses analisa dan perhitungan, pembatasan penelitian ini hanya pada:

1. Obyek yang digunakan yaitu *axle shaft* truk isuzu ELF 125 Ps.
2. Menganalisa kelelahan *axle shaft* truk isuzu ELF 125 Ps.
3. Proses simulasi dibantu dengan *software* ANSYS, sedangkan pemodelan dibantu dengan *software* SOLIDWORK.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Poros

Load (beban yang akan dikenakan pada poros)

Didefinisikan sebagai kekuatan eksternal yang mendukung bagian dari suatu mesin. Beban ini terdiri dari 3 tipe, yaitu: beban tetap (*steady load*), dikatakan beban tetap apabila beban dalam keadaan diam dimana benda tersebut tidak dapat berubah arah. Beban gerak (*varying load*), apabila beban dapat dipindahkan secara *continue*. Beban kejut (*shock load*), apabila beban digunakan dan dipindahkan secara tiba-tiba.

2.2 Axle Shaft



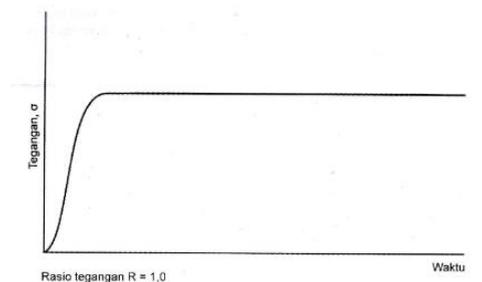
Gambar 2.1 Foto *axle shaft*

2.3 Jenis-jenis Pembebanan dan Rasio Tegangan.

Tegangan maksimal dan minimal biasanya dihitung dari informasi yang diketahui dengan analisis tegangan atau metode elemen hingga, atau diukur dengan menggunakan teknik-teknik analisis tegangan eksperimental. Kemudian tegangan rata-rata dan tegangan bolak-balik dapat dihitung dari:

$$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2 \quad (2-1)$$

$$\sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2 \quad (2-2)$$



Gambar 2.3 Tegangan *Statis*

Perilaku suatu bahan yang mengalami berbagai tegangan bergantung pada cara bervariasinya. Salah satu metode yang digunakan untuk menggolongkan variasi tersebut adalah rasio tegangan (*stress ratio*). Ada dua jenis rasio tegangan yang umum digunakan, didefinisikan sebagai

Rasio tegangan

$$R = \frac{\text{tegangan minimal}}{\text{tegangan maksimal}} = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

Rasio tegangan

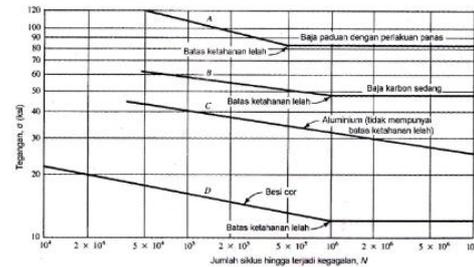
$$A = \frac{\text{tegangan bolak-balik}}{\text{tegangan rata-rata}} = \frac{\sigma_a}{\sigma_m}$$

2.4 Kekuatan Lelah

Kekuatan lelah (*endurance strenght*) suatu bahan adalah kemampuan bahan untuk menahan beban-beban lelah. Secara umum kekuatan lelah adalah tingkat tegangan yang dapat ditahan oleh suatu bahan selama sejumlah siklus pembebanan. Jika jumlah siklus tidak terbatas, maka tingkat tegangannya disebut *batas kekuatan lelah (endurance limit)*.

Data untuk kekuatan lelah dari bahan khusus untuk suatu komponen perlu digunakan bila memang ada, baik dari hasil uji atau dari publikasi data yang dapat dipercaya. Namun data seperti ini tidak selalu tersedia.

Perkiraan untuk kekuatan lelah baja tempa sebagai berikut:



Gambar 2.8 Kekuatan lelah representatif

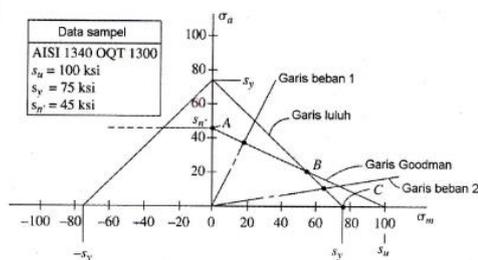
Perkiraan ini, bersama dengan data yang diberikan, merujuk kepada kasus khusus dari tegangan lengkung berulang dan berbalik dalam spesimen baja yang dipoles berdiameter 0.300 in. (7.62 mm) seperti yang digunakan dalam alat uji kelelahan R. R. Moore yang ditunjukkan dalam gambar 2.6. Bagian selanjutnya membahas penyesuaian yang dibutuhkan jika terdapat kondisi-kondisi lain yang lebih realistis.

2.5 Perkiraan Kekuatan Lelah Aktual, S'_n

Jika karakteristik bahan aktual atau kondisi pengoperasian untuk sebuah komponen mesin berbeda dari bahan dan kondisi operasi dimana kekuatan lelah ditentukan, maka

kekuatan lelah harus dikurangi dari nilai yang dilaporkan. Beberapa faktor yang menurunkan kekuatan lelah dibahas dalam bagian ini. Pembahasan ini hanya berhubungan dengan kekuatan lelah untuk bahan-bahan yang dikenai tegangan tarik normal seperti tegangan lengkung dan tegangan tarik aksial lurus.

Ingat kembali bahwa istilah tegangan berfluktuasi mengacu kepada kondisi di mana komponen pembawa beban menerima tegangan rata-rata yang tidak nol, dengan tegangan bolak-balik melapisi tegangan rata-rata (lihat gambar 2.6). Metode Goodman tentang prediksi kelelahan, yang diuraikan secara ringkas dalam gambar 2.11, memberikan korelasi yang baik dengan data eksperimen, yang berada agak di bawah penyebaran titik-titik data.

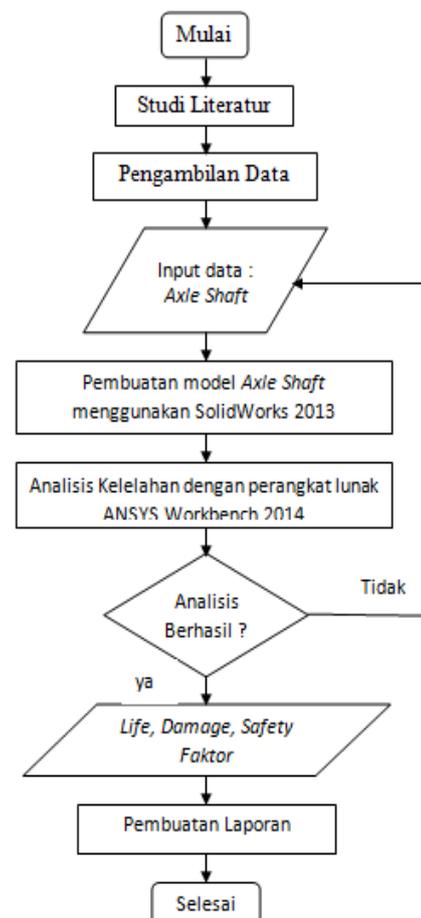


Goodman untuk kelelahan pada bahan-bahan ulet Gambar 2.11
Modifikasi diagram

3. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilaksanakan di laboratorium desain dan konstruksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan dari bulan Januari 2017 sampai dengan April 2017.

Penelitian ini menggunakan metode Elemen Mesin dengan bantuan perangkat lunak dan prosedur penelitian dilakukan seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pemodelan *Axle Shaft*

Pembuatan model *Axle Shaft* menggunakan *software* CAD yang populer digunakan di jurusan Teknik Mesin Unsrat, yaitu perangkat lunak Solidworks 2013. Berikut perangkat lunak Solidworks 2013 yang ditunjukkan oleh gambar 4.1.



Gambar 4.1 perangkat lunak Solidworks 2013

Axle shaft dibuat dalam beberapa komponen-komponen. Jenis *Axle Shaft* yang akan dianalisis adalah *Axle Shaft* truk isuzu 125 Ps sehingga dalam pembuatan model *Axle Shaft* telah dilakukan tahapan-tahapan yaitu pembuatan *Axle Shaft*.

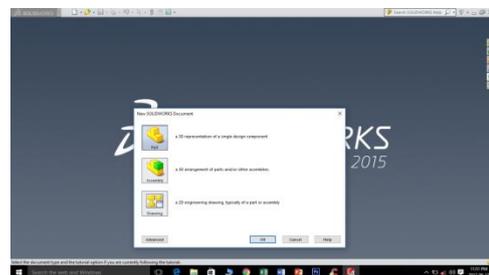
Pertama-tama buka perangkat lunak Solidworks 2013 lalu jalankan program tersebut, akan muncul tampilan awal Solidworks 2013

berupa halaman kosong seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Halaman awal Solidworks 2013

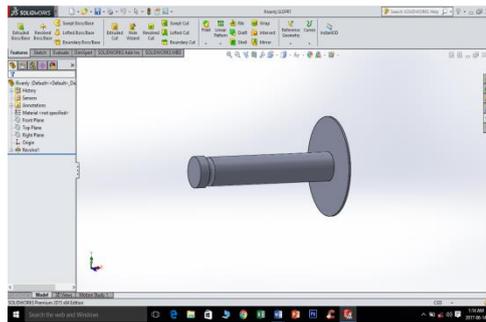
Untuk membuat halaman kerja baru pilih *File_New Document* selanjutnya akan muncul jendela *New Solidworks Document*, pilih *option part a 3D representation* dan klik Ok.



Gambar 4.3 Membuat lembar kerja untuk pemodelan

Untuk membuat model *Axle Shaft* menjadi 3D pilih *commandmanager* kemudian pilih *features* lalu klik *revolved boss/base*. Pada *axis of revolution* pilih *line* garis tengah. Pada *direction 1* pilih *blind* lalu input nilai sudut lingkaran. Untuk *Axle Shaft* yang akan dianalisa

hanya setengah dari bagian *Axle Shaft* tersebut, karena bagian *Axle Shaft* simetris sehingga memiliki dimensi yang seragam. Hasil 3D model *Axle Shaft* dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan 3D *Axle Shaft*

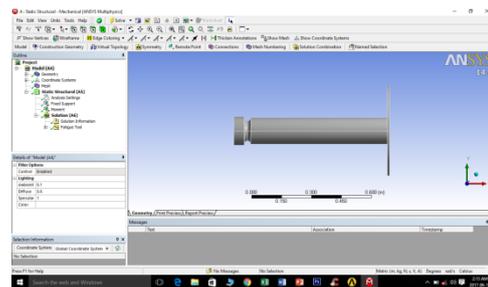
4.2 Analisis Tegangan Pada *Axle Shaft* Menggunakan Perangkat Lunak

Untuk proses analisis tegangan yang terjadi pada *Axle Shaft*, digunakan pembebanan berupa tekanan kerja maksimum yang diterapkan. Perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisis tegangan pada *Axle Shaft* adalah perangkat lunak ANSYS Workbench 2014. Perangkat lunak ini dapat menganalisa kelelahan dan sebagainya. Pada gambar 4.11 dapat dilihat perangkat lunak ANSYS Workbench 2014.



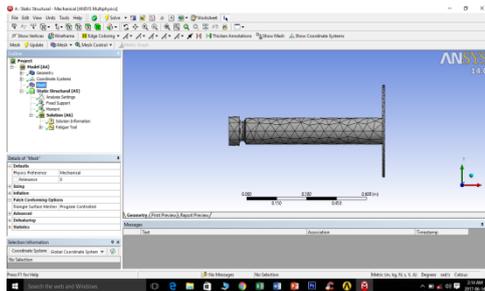
Gambar 4.11 ANSYS Workbench 2014

Setelah input data bahan selesai lalu pilih *Return to Project* kemudian pilih model lalu klik kanan dan pilih edit untuk memulai langkah selanjutnya memberikan *mesh* dan pembebanan pada *Axle Shaft*.



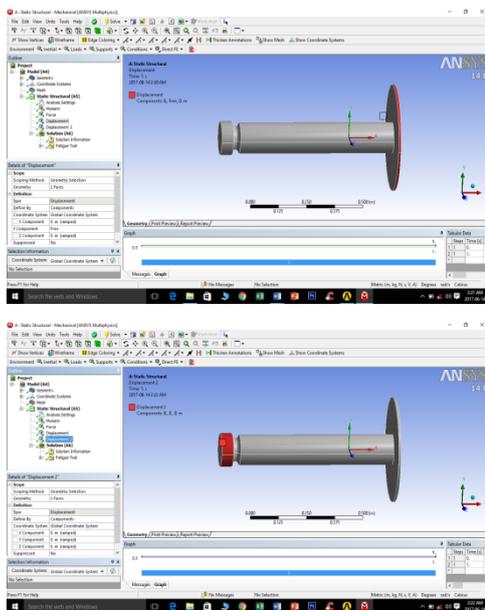
Gambar 4.13 Model *Axle Shaft* yang akan dianalisis

Pada gambar 4.13 dapat dilihat model *Axle Shaft*, kemudian pilih meshing untuk membagi *Axle Shaft* menjadi elemen-elemen kecil yang akan membentuk geometri *Axle Shaft*. Pada gambar 4.14 dapat dilihat jumlah node sebanyak 2448 dan elemen yang terbentuk adalah 1177.



Gambar 4.14 Axle Shaft setelah dilakukan *meshing*

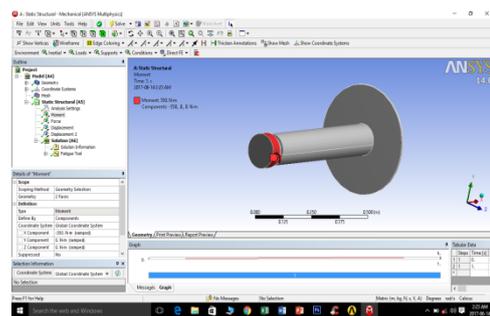
Selain memasukan tekanan, model akan diberikan letak tumpuan dari Axle Shaft. Untuk memilih letak tumpuan pilih *Static Struktural*, lalu pilih *Insert*, kemudian pilih *Fixed Support*. Pada kotak *Geometry* pilih bagian Axle Shaft yang menjadi tumpuan setelah itu kemudian klik *Apply*. *Fixed Support* dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4.15 Penentuan bagian

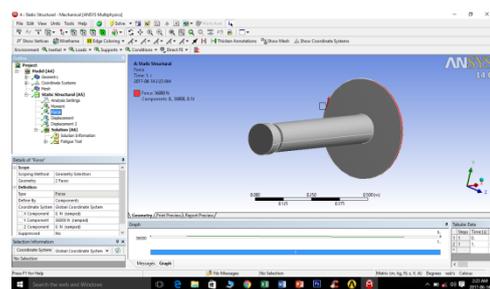
tumpuan 1 dan 2 pada Axle Shaft

Setelah di tentukan tumpuan selanjutnya adalah *input moment*, pilih *static struktur* lalu pilih *insert*, kemudian pilih *moment*. Momen dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Input Momen

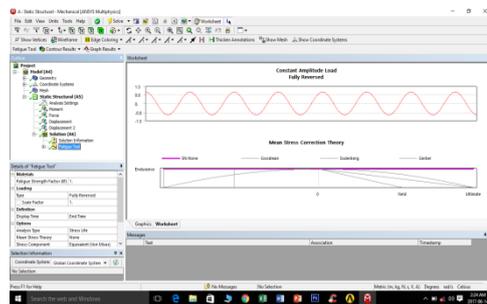
Setelah input momen kemudian menentukan gaya berat muatan dan berat kendaraan, pilih *static struktural* lalu pilih *insert* kemudian pilih *force*. Gaya dapat di lihat pada gambar 4.17.



Gambar 4.17 Input gaya

Selanjutnya *fatigue*, pilih *solution* kemudian *insert* kemudian pilih *fatigue*, lalu klik *fatigue tools*.

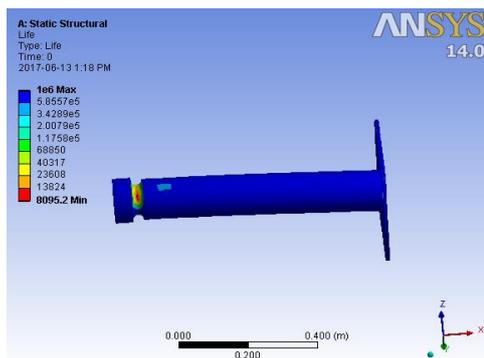
Grafik *fatigue* dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Grafik *Fatigue*

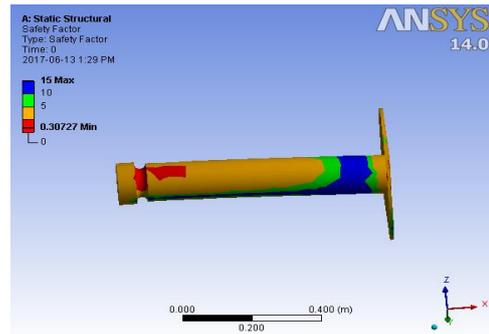
Selanjutnya *Life*, pilih *fatigue tool* kemudian pilih *insert*, kemudian pilih *life*.

Grafik *Life* dapat di lihat pada gambar 4.19.



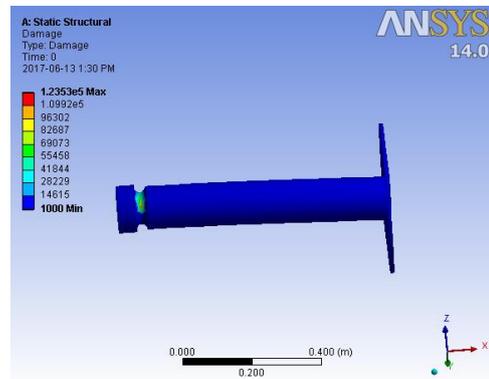
Gambar 4.19 *Life*

Selanjutnya *safety faktor*, pilih *fatigue tool* kemudian pilih *insert* lalu *safety faktor*. *Safety Faktor* dapat di lihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 *Safety Faktor*

Selanjutnya *damage*, pilih *fatigue tool* kemudian *insert* lalu *damage*. *Damage* dapat dilihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 *Damage*

4.3 Karakteristik Makroskopik

Karakteristik makroskopis dari kelelahan logam adalah sebagai berikut :

1. Tidak adanya deformasi plastis secara makro.
2. Terdapat tanda garis – garis pantai (*beach marks*) atau *clam shell*. Garis pantai disini merupakan tanda penjarangan retakan, yang mengarah tegak lurus dengan tegangan tarik

dan setelah menjalar sedemikian hingga penampang yang tersisa tidak mampu lagi menahan beban yang bekerja, maka akhirnya terjadilah patah akhir atau patah statik.

3. Terdapat 'ratchet marks' yang merupakan tanda penjalaran retakan yang terjadi bila terdapat lebih dari satu lokasi awal retak, ratchet marks merupakan pertemuan *beach marks* dari satu lokasi awal retak dengan *beach marks* dari lokasi lainnya.

4.4 Observasi Makroskopik Permukaan Poros



Gambar 4.22 Patahan Poros



Gambar 4.23 Permukaan Patahan Poros.

Dari hasil makroskopik observasi diputuskan bahwa kegagalan pada poros dikarenakan torsi yang terjadi pada poros. Diputuskan demikian karena *fracture surface* terdiri dari bagian yang halus di sekelilingnya dan pada bagian tengah poros menyerupai krisan. Pembentukan awal merupakan *surface failure* yang kemudian menjadi *surface failure* dikarenakan torsi. Poin utama dari *failure initiation* yaitu bagian *step* poros kemudian pada sekeliling *step* tersebut.

4.5 Pembahasan

Gambar 4.19, 4.20, dan 4.21 adalah hasil atau output dalam analisis kelelahan menggunakan *software* Ansys 14. Pada gambar 4.19, diperlihatkan umur (*life*) dari setiap titik pada poros. Diketahui bahwa titik atau lokasi yang memiliki umur paling pendek (berwarna merah) adalah lokasi berjarak 3,3 cm dari ujung kiri atau pada daerah beralur. Dengan

demikian dapat disimpulkan kerusakan poros akan terjadi pada lokasi tersebut.

Hal ini juga dikuatkan dengan hasil pada gambar 4.20, dimana diperlihatkan distribusi *safety factor* pada poros. Didapatkan bahwa daerah berjarak 3,3 cm dari ujung kiri, memiliki nilai *safety factor* yang paling rendah dan sangat beresiko yaitu 0,30727. Hal yang sama juga diperlihatkan oleh gambar 4.21. Pada gambar tersebut didapati bahwa kerusakan paling besar akan terjadi pada lokasi 3,3 cm dari ujung kiri.

Berdasarkan analisis Makroskopik permukaan patahan poros, *failure* yang terjadi disebabkan karena faktor kelelahan. Kelelahan pada poros tersebut disebabkan karena beban yang terjadi adalah beban dinamis berupa Torsi yang dialami oleh poros.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Distribusi nilai *life*, *safety factor*, dan *damage* akibat beban lelah sudah dapat diperoleh.
2. Lokasi pada *axle shaft* yang paling berpotensi mengalami kerusakan adalah berkisar 3,3 cm dari ujung kiri.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya meneliti seberapa besar pengaruh kondisi jalan terhadap kerusakan *axle shaft*.

DAFTAR PUSTAKA

Rohidin, Poros Penggerak Roda.

<http://www.viarohidinthea.com/2014/12/poros-penggerak-roda-axle-shaft.html>

19 Agustus 2016 pada jam 20:12
WITA

Poros Penggerak Roda/Axle Shaft-
M-Edukasi.

<http://m-edukasi.kemdikbud.go.id/online/2008/porospenggerakroda/materi01.html>

22 Agustus 2016 pada jam 18:17
WITA

Rear Axle Shaft Design – Scribd.

<https://www.scribd.com/doc/59052168/Rear-Axle-Shaft-Design>

2 September 2016 pada jam 14:10
WITA

Abrianto Akuan, ST., Kelelahan
Logam (Fatigue).

<http://www.slideshare.net/Abrianto67/kelelahan-logam-fatigue>

2 September 2016 pada jam 14:10
WITA