

ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA SEPEDA MOTOR HONDA SUPRA X 125R MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Ilham Winarno¹⁾, Eka Marlina²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email : ilhamwin01@gmail.com¹⁾, ekamarliana@untagsby.ac.id²⁾

ABSTRAK

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kegagalan struktur yang terjadi terhadap jenis material swing arm pada sepeda motor Honda Supra X 125R akibat pembebanan statis yang terjadi. Analisa statika dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan ekuivalen dan displacement yang terjadi pada struktur swing arm, serta melakukan analisa kegagalan untuk mengetahui umur siklus pembebanan dan faktor keamanan yang didapatkan. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode elemen hingga berbasis simulasi pada software. Dengan membuat pemodelan 3D menggunakan Autodesk Inventor, yang selanjutnya model disimulasikan menggunakan Ansys Workbench. Hasil simulasi FEM statis menunjukkan tiap material mild steel memiliki karakteristiknya masing-masing. Analisa tegangan ekuivalen menunjukkan material SS400 memiliki respon terbaik, dengan tegangan maksimum paling kecil sebesar 16,601 MPa. Analisa displacement menunjukkan material ST37 memiliki respon terbaik, dengan nilai displacement maksimum paling kecil sebesar 2,8682e-002 mm. Hasil analisa kegagalan menunjukkan material ASTM A36 memiliki respon terbaik, dengan umur hingga 3,9353e+006 siklus, serta memiliki faktor keamanan rata-rata sebesar 15.

Kata kunci: Tegangan, Displacement, Umur Siklus, Faktor Keamanan.

ABSTRACT

This study aimed to determine the structural failure that occurred in the type of swing arm material on a Honda Supra X 125R motorcycle due to static loading. Static analysis was carried out to determine the equivalent stress and displacement values that occur in the swing arm structure and perform a failure analysis to determine the loading life cycle and safety factor obtained. This research was conducted using the finite element method based on software simulation. By creating 3D modelling using Autodesk Inventor, the model is then simulated using Ansys Workbench. The static FEM simulation results show that each mild steel material has its characteristics. Equivalent stress analysis shows that SS400 material has the best response, with the smallest maximum stress of 16.601 MPa. Displacement analysis shows that ST37 material has the best response, with the smallest maximum displacement value of 2.8682e-002 mm. The failure analysis results show that ASTM A36 material has the best response, with a life of up to 3.9353e+006 cycles, and has an average safety factor of 15.

Keywords: Stress, Displacement, Life Cycle, Safety Factor.

Pendahuluan

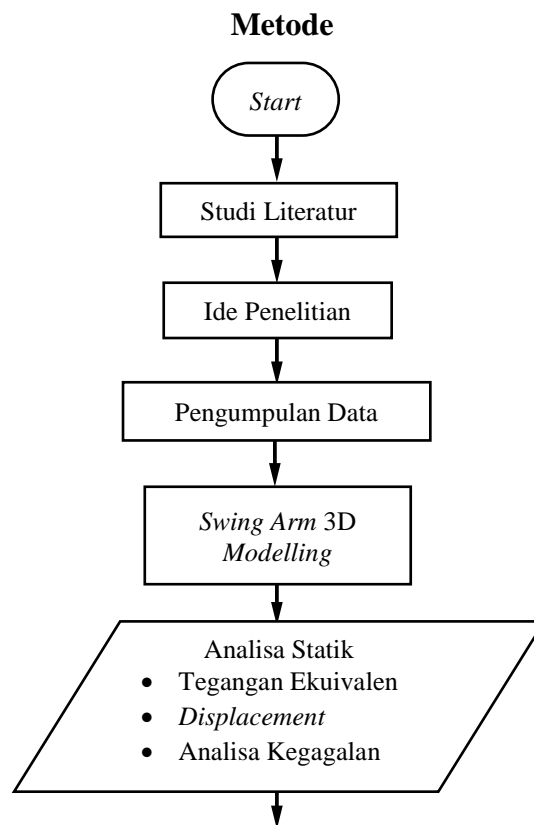
Saat ini mayoritas masyarakat Indonesia menjadikan sepeda motor sebagai salah satu sarana transportasi yang digunakan sehari-hari. Tentunya faktor keamanan pada sepeda motor harus diperhatikan, salah satunya adalah sistem

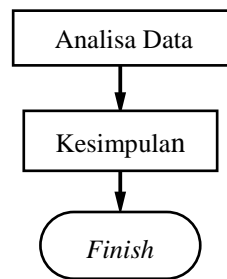
ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...

suspensi, karena sangat berpengaruh pada aspek kestabilan, kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Sebagai salah satu komponen yang berperan penting dalam sistem suspensi, yang terhubung langsung dengan shockbreaker dan axle shaft roda belakang, maka swing arm perlu memiliki kekakuan yang sesuai dan ideal untuk mendukung roda dalam meminimalisir guncangan yang akan mengganggu kestabilan sepeda motor ketika digunakan (Saroyo, 2007; Kholil, 2013; Kholil, Setyawan and Saputro, 2015).

Jenis material yang paling umum dipilih sebagai bahan pembuatan swing arm adalah baja lunak (*mild steel*) (Andrianto, 2007), yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,16 – 0,29 % (Sanjayanto, 2010). Baja lunak juga dapat dikategorikan sebagai jenis baja karbon rendah, karena memiliki karakteristik seperti baja karbon rendah, yaitu memiliki karakteristik lunak namun memiliki kekuatan yang cukup tangguh, mudah diproses permesinan serta memiliki kemampuan las yang baik, sehingga dipilih material baja lunak sebagai bahan untuk pembuatan swing arm (Andrianto, 2007; Sanjayanto, 2010). Dalam penelitian ini material baja lunak dibagi secara spesifik dengan berbagai jenis, diantaranya SS400, ASTM A36, ST37 dan S275JR.

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode elemen hingga berbasis simulasi dengan software, dengan tujuan untuk mengetahui kegagalan struktur material swing arm pada sepeda motor Honda Supra X 125R akibat kondisi pembebanan statis. Analisa statika dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan ekuivalen dan displacement yang terjadi pada struktur swing arm, serta melakukan analisa kegagalan untuk mengetahui umur siklus pembebanan dan faktor keamanan yang didapatkan pada model (Bannantine, Comer and Handrock, 1989; Marliana, Utomo and Fuad, 2021; Marliana, Ismail and Ramadhan, 2022).

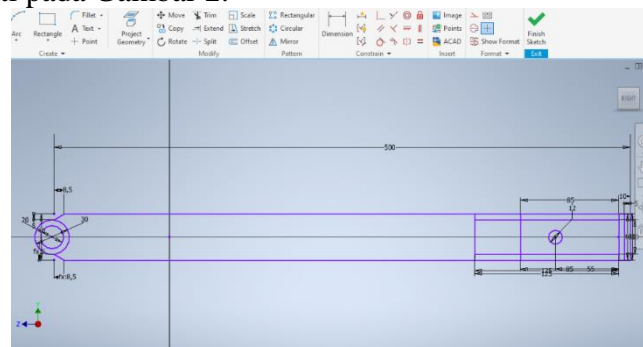




Gambar 1. *Flow Chart* Penelitian

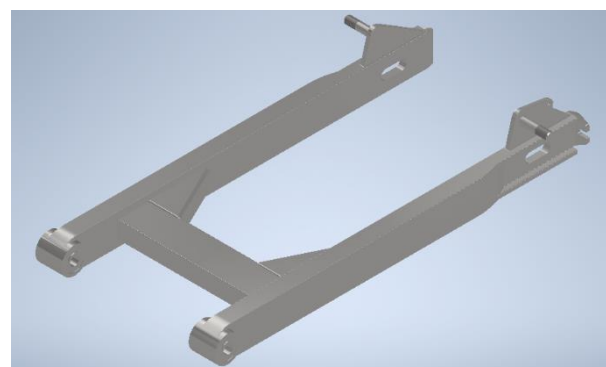
a. *Proses Sketching*

Pada halaman desain pilih menu *sketch* 2D. Pada saat proses *sketching*, parameter yang di input harus sesuai dengan spesifikasi sepeda motor, yaitu dengan cara mengukur dimensi *swing arm* terlebih dahulu sebelum proses *sketching*. Setelah ukuran sebenarnya didapat, selanjutnya dilakukan proses *sketching* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. *Proses Sketching*

Setelah proses *sketching*, selanjutnya desain disimulasikan dalam bentuk 3D dengan menu *extrude*. Setelah di-*extrude* selanjutnya membentuk model *swing arm* dengan menu *hole*, *fillet* dan *chamfer*, sehingga didapat *modelling* 3D *swing arm* seperti pada Gambar 3.

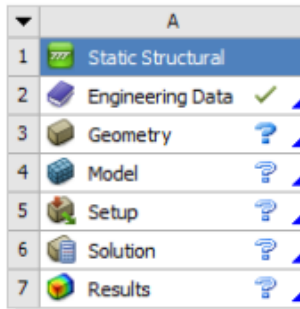


Gambar 3. *Modelling* 3D *Swing Arm*

b. *Project Schematic*

Pada halaman *project schematic* memilih menu *schematic* untuk analisa statik (*static structural*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

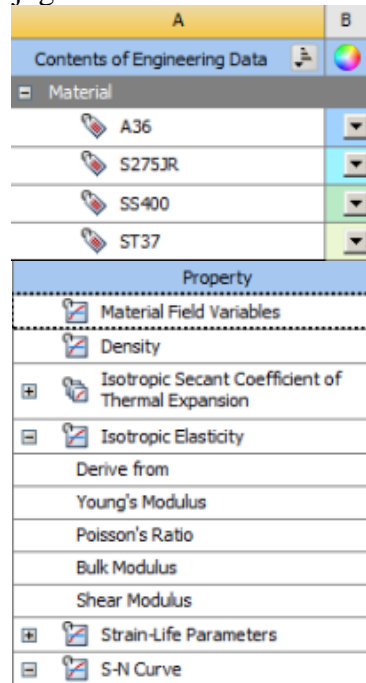
ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...



Gambar 4. *Project Schematic Static Structural*

c. *Engineering Data*

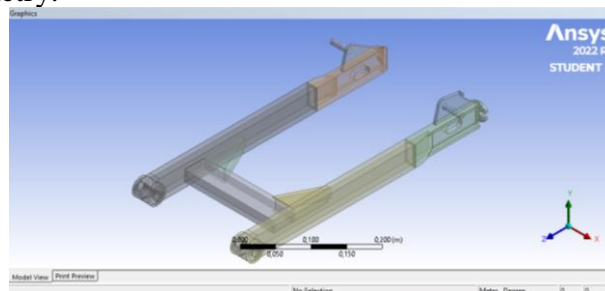
Selanjutnya memilih menu *engineering data* untuk *input* data material *mild steel* jenis SS400, ASTM A36, ST37 dan S275JR untuk model *swing arm* dari data yang telah didapat sebelumnya. Pada tahapan ini juga perlu menginput data *mechanical properties* dan juga *S-N Curve*.



Gambar 5. *Input Engineering Data*

d. *Geometry*

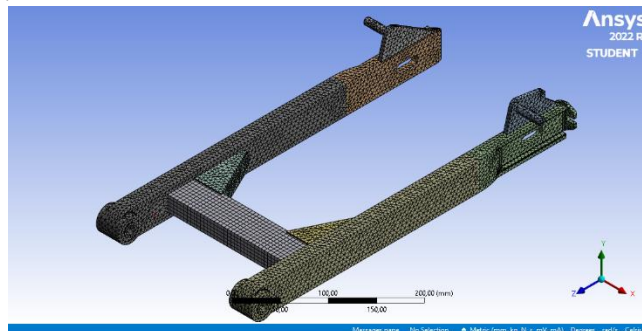
Setelah input engineering data, selanjutnya import modelling 3D swing arm pada menu geometry.



Gambar 6. *Geometry Swing Arm*

e. *3D Modelling*

Setelah *import 3D modelling*, tahapan selanjutnya adalah masuk ke dalam menu pemodelan. Di dalam menu pemodelan nantinya akan dilakukan simulasi pada *swing arm* dalam kondisi statik. Namun sebelum disimulasikan perlu dilakukan beberapa tahapan seperti *meshing*, menentukan jenis *support* untuk membatasi perpindahan/gerakan, serta menentukan besar dan arah pembebanan pada *swing arm*.



Gambar 7. Proses *Meshing*

f. *Analisa Statis*

Pada tahapan ini, dilakukan analisis distribusi pembebanan pada *swing arm* sehingga diketahui nilai tegangan ekuivalen maksimumnya, serta melakukan analisa *displacement* akibat gaya yang bekerja pada model, sehingga diketahui *displacement* maksimumnya.

g. *Analisa Kegagalan*

Melakukan analisis kegagalan untuk mengetahui kegagalan dini atau kerusakan komponen akibat struktur mengalami siklus pembebanan berulang, serta mencari nilai faktor keamanan yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode pendekatan *stress-life*, dimana metode ini merupakan pendekatan pertama yang digunakan dalam upaya memahami dan mengukur kelelahan logam, dimana tegangan yang diterapkan pada benda berada dalam rentang elastis material dan masa pakai yang dihasilkan (siklus menuju kegagalan) sangat panjang. Dasar dari metode *stress-life* adalah diagram Wöhler atau S-N, yang merupakan plot tegangan bolak-balik (S) dengan siklus menuju kegagalan (N) (Bannantine, Comer and Handrock, 1989).

Dalam upaya untuk memperkirakan kurva S-N dapat menggunakan (1) :

$$S = 10^C N^b \tag{1}$$

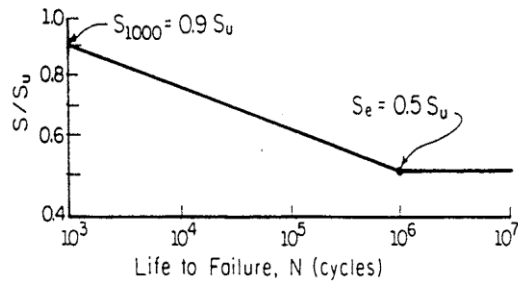
Dengan mencari nilai batas awal (S_{1000}) dan batas daya tahan yang terkait dengan kekuatan tertinggi ($S_{e'}$):

$$S_{1000} = 0,9S_{ut} \tag{2}$$

$$S_{e'} \begin{cases} 0,5.S_{ut} & S_{ut} < 200 \text{ ksi (1380 MPa)} \\ 100 \text{ ksi} & S_{ut} > 200 \text{ ksi (1380 MPa)} \end{cases} \tag{3}$$

Dimana eksponen (C) dan (b) dari kurva S-N ditentukan menggunakan dua titik yang ditunjukkan Gambar 8, dan dapat diketahui menggunakan (4) dan (5):

ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...



Gambar 8. Kurva S-N Umum untuk Baja pada Plot Logaritmik (Bannantine, Comer and Handrock, 1989).

$$b = -\frac{1}{3} \cdot \log \left[\frac{S_{1000}}{S_e} \right] \tag{4}$$

$$C = \log \left[\frac{(S_{1000})^2}{S_e} \right] \tag{5}$$

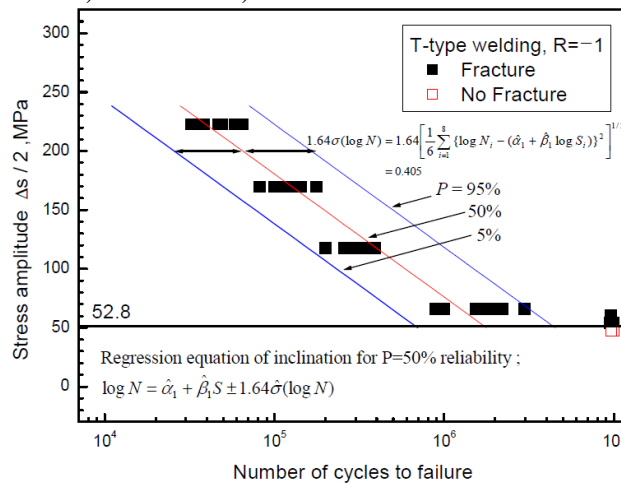
Dengan nilai S_e diperoleh menggunakan (6):

$$S_e = S_{e'} \cdot C_l \cdot C_{sz} \cdot C_{sf} \cdot C_t \cdot C_r \tag{6}$$

Dimana:

- C_l : Faktor koreksi pembebanan
- C_{sz} : Faktor koreksi ukuran
- C_{sf} : Faktor koreksi permukaan
- C_t : Faktor koreksi temperatur
- C_r : Faktor koreksi reliabilitas

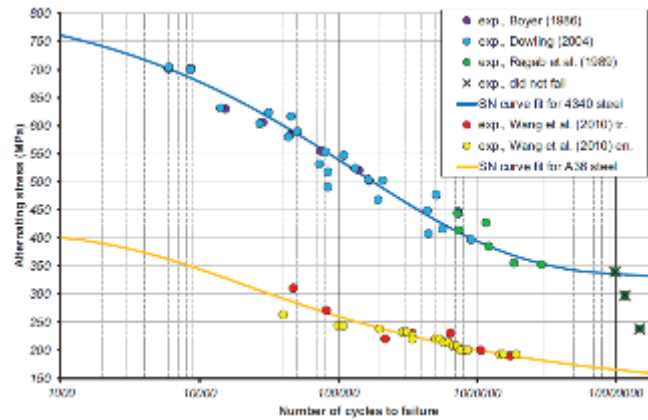
Kurva S-N pada SS400, ASTM A36, ST37 dan S275JR



Gambar 9. Kurva S-N Material SS400 (Baek *et al.*, 2009).

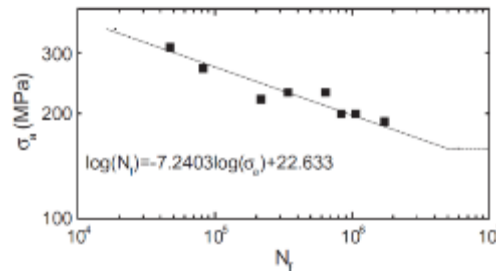
Gambar 9 menunjukkan kurva S-N material SS400. Itu merupakan hubungan antara tegangan amplitudo dan umur kelelahan diberikan dalam (7) (Baek *et al.*, 2009).

$$\log N = 6,728 - 0,0094 \cdot \Delta s/2 \pm 0,405 \tag{7}$$

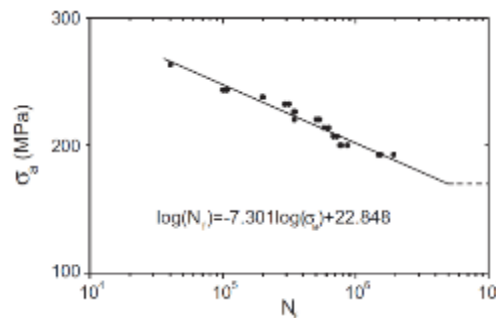


Gambar 10. Kurva S-N Material ASTM A36 (Gorash and Mackenzie, 2017).

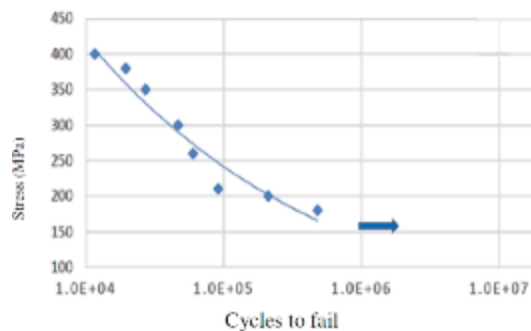
Gambar 10 menunjukkan kurva S-N material ASTM A36. Dalam kurva tersebut didapatkan 2 hasil pengujian eksperimental, yaitu metode pengujian tradisional (titik merah) dan metode pengujian *energy approach* (titik kuning) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Kurva S-N ASTM A36 Metode Tradisional (Wang *et al.*, 2010).



Gambar 12. Kurva S-N ASTM A36 Metode *Energy Approach* (Wang *et al.*, 2010).

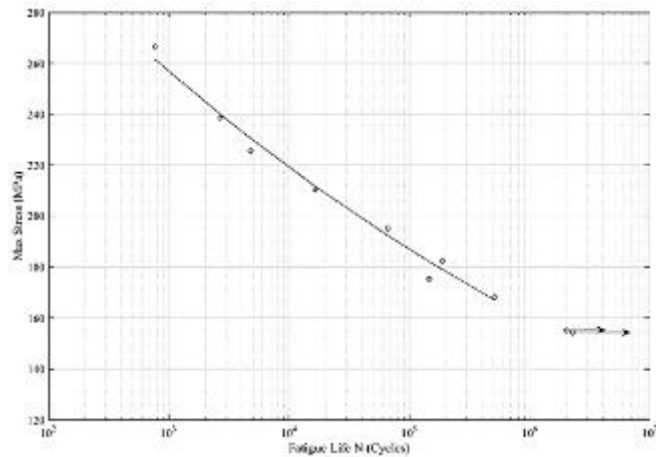


Gambar 13. Kurva S-N Material ST37 (Zainulabdeen, 2019).

ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...

Gambar 13 menunjukkan kurva S-N material ST37. Itu merupakan hubungan antara tegangan amplitudo dan umur kelelahan diberikan dalam (8) (Zainulabdeen, 2019).

$$\log \sigma = 413,69.N^{-0,069} \quad (8)$$

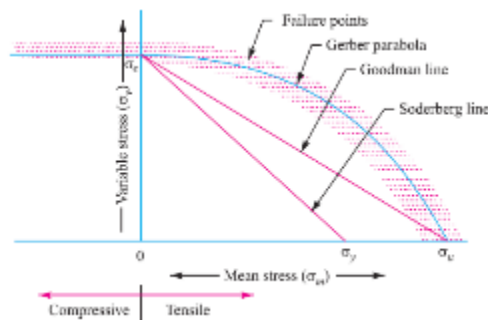


Gambar 14. Kurva S-N Material S275JR (Aldeeb and Abdulmulla, 2018).

Gambar 14 menunjukkan kurva S-N material S275JR. Itu merupakan hubungan antara tegangan amplitudo dan umur kelelahan diberikan dalam (8), seperti sebelumnya (Aldeeb and Abdulmulla, 2018).

h. Teori Kegagalan

Dalam menganalisis kegagalan/kelelahan desain suatu komponen mesin akibat siklus pembebanan berulang yang diterima struktur, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Beberapa metode diantaranya Gerber, Goodman dan Soderberg seperti yang ditunjukkan Gambar 15.



Gambar 15. Perbandingan Persamaan Tegangan: Soderberg, Goodman dan Gerber (Khurmi and Gupta, 2005).

Berdasarkan Gambar 15, masing-masing metode yang digunakan memiliki penerapan yang berbeda-beda dan akan berdampak pada hasil akhir desain. Dari Gambar 15 dapat disimpulkan bahwa metode Gerber memberikan dimensi hasil perhitungan yang paling mendekati kondisi nyata, sehingga kurang ekonomis dan rawan terjadi kegagalan. Sedangkan metode Soderberg memberikan dimensi hasil perhitungan yang paling konservatif, sehingga lebih ekonomis. Pemilihan faktor

keamanan (*safety factor*) yang tepat sangat diperlukan dalam analisis kegagalan ini, terutama dalam menggunakan metode Gerber, karena hasil perhitungan yang mendekati kondisi sebenarnya (Marliana, Utomo and Fuad, 2021).

Dalam menganalisis kegagalan pada *swing arm*, penulis akan menggunakan metode Soderberg. Hal ini dikarenakan kegagalan terjadi ketika *swing arm* mengalami deformasi plastis namun tidak sampai terjadi patah, sehingga metode ini yang paling cocok digunakan.

Hasil dan Pembahasan

Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan posisi *center of gravity* pada sepeda motor dengan cara melakukan perhitungan pada diameter roda, berat maksimum sepeda motor, serta menghitung berat maksimum sepeda motor dengan sudut elevasi tertentu. Kemudian parameter yang didapat selanjutnya dihitung kembali untuk menentukan kondisi pembebanan pada *swing arm*.

Pembebanan yang diterima masing-masing roda (*weight distribution*) yang ditunjukkan yaitu 40% pada roda depan dan 60% pada roda belakang dari keseluruhan berat sepeda motor. Dimana diameter roda depan (D_f) sebesar 0,2789 m, dan diameter roda belakang (D_r) sebesar 0,2879 m, dengan massa total kendaraan sebesar 222 kg, sehingga:

$$\begin{aligned} F_{z,f} &= 40\% \cdot m \cdot g & F_{z,r} &= 60\% \cdot m \cdot g \\ F_{z,f} &= 40\% \cdot 106 \cdot 9,81 & F_{z,r} &= 60\% \cdot 106 \cdot 9,81 \\ F_{z,f} &= 415,944 \text{ N} & F_{z,r} &= 623,916 \text{ N} \end{aligned}$$

Dimana:

$F_{z,f}$ = Pembebanan pada Roda Depan

$F_{z,r}$ = Pembebanan pada Roda Belakang

Jarak antara *center of gravity* dengan sumbu roda depan dilambangkan dengan l_f , sedangkan untuk roda belakang dilambangkan dengan l_r .

$$\begin{aligned} l_f &= \frac{2l \cdot F_{z,r}}{2(F_{z,f} + F_{z,r})} = \frac{2 \cdot 1,235 \cdot 623,916}{2(415,944 + 623,916)} = 0,7554 \text{ m} \\ l_r &= \frac{2l \cdot F_{z,f}}{2(F_{z,f} + F_{z,r})} = \frac{2 \cdot 1,235 \cdot 415,944}{2(415,944 + 623,916)} = 0,5036 \text{ m} \end{aligned}$$

Ketinggian titik *center of gravity* dihitung pada titik paling rendah dari sebuah kendaraan dimana roda menempel pada jalan/lintasan. Dengan mengasumsikan sepeda motor berada di atas lintasan dengan kemiringan sudut tertentu sebesar θ . Pada kondisi ini sepeda motor diasumsikan sedang bergerak menurun pada gradient $\theta = 20^\circ$.

$$h = \frac{F_{z,f}(D_f \sin\theta + l_f \cos\theta) + F_{z,r}(D_r \sin\theta + l_r \cos\theta)}{m \cdot g(\sin\theta)}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} &F_{z,f}(D_f \sin\theta + l_f \cos\theta) \\ &= 415,944 (0,2789 \sin 20 + 0,7554 \cos 20) \end{aligned}$$

ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...

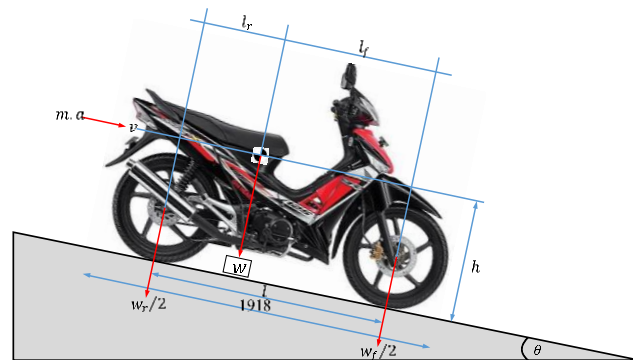
$$= 334,932 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} F_{z,r}(D_r \sin\theta + l_r \cos\theta) \\ = 623,916 (0,2879 \sin 20 + 0,5036 \cos 20) \\ = 356,691 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} h &= \frac{334,932 + 356,691}{222 \cdot 9,81(\sin\theta)} \\ h &= 0,9285 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga didapat posisi *center of gravity* pada kendaraan ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Posisi *Center of Gravity* pada Sepeda Motor

Setelah didapat posisi *center of gravity*, selanjutnya perlu menghitung pembebanan statis sebagai input data simulasi. Mengacu pada Gambar 16 dimana pembebanan statis pada *swing arm* dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Untuk beban bagian depan} &: w_f = \frac{l_r}{l} \cdot w_{max} \\ w_f &= \frac{0,5036}{1,235} \cdot 2177,82 \\ w_f &= 888,0568 \text{ N} \end{aligned}$$

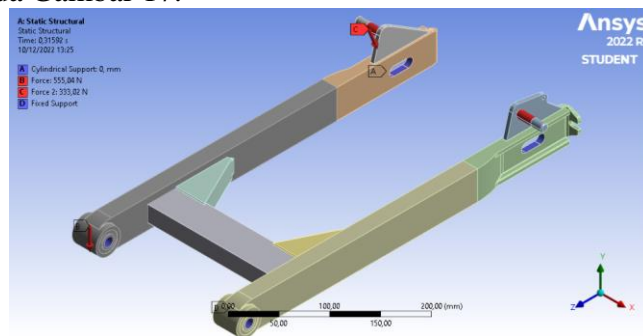
$$\begin{aligned} \text{Untuk beban bagian belakang} &: w_r = \frac{l_f}{l} \cdot w_{max} \\ w_r &= \frac{0,7554}{1,235} \cdot 2177,82 \\ w_r &= 1332,0852 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban swing arm depan} &: w_{sf} = \frac{1}{4}(w_f + w_r) \\ w_{sf} &= \frac{1}{4}(888,1 + 1332,1) \\ w_{sf} &= 555,0355 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban swing arm belakang} &: w_{sr} = \frac{w_r}{4} \\ w_{sr} &= \frac{1.332,0852}{4} \\ w_{sr} &= 333,0213 \text{ N} \end{aligned}$$

Dalam analisa statika ini, model *swing arm* menggunakan 79215 *nodes* dan

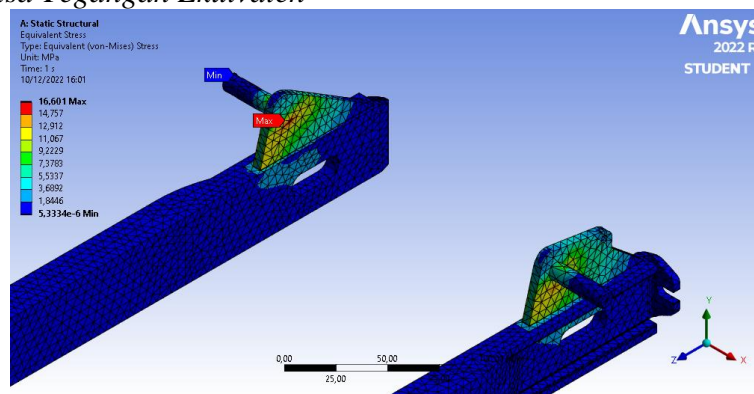
39655 elemen dalam *mesh*. Dalam analisis ini terdapat 10 tumpuan tetap pada *swing arm*, serta didapatkan posisi dan besar pembebanan *swing arm* seperti ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Posisi Tumpuan dan Pembebanan pada *Swing Arm*.

Setelah pembebanan pada *swing arm* diketahui, selanjutnya melakukan simulasi statis untuk mengetahui nilai tegangan ekuivalen dan *displacement* yang terjadi akibat pembebanan statis.

Hasil Analisa Tegangan Ekuivalen



Gambar 18. Nilai Tegangan Ekuivalen pada Material SS400

Berdasarkan hasil analisis tegangan ekuivalen, didapat kondisi *minimum*, *maximum* dan *average equivalent stress* berada di lokasi yang sama untuk tiap jenis material. Kondisi tegangan ekuivalen minimum berada pada ujung batang penghubung *shockbreaker* dengan *swing arm*. Kondisi tegangan ekuivalen maksimum berada pada area plat batang penghubung *shockbreaker* dengan *swing arm*. Kondisi tegangan ekuivalen rata-rata berada di sepanjang batang penghubung *shockbreaker* dengan *swing arm*, dengan posisi berada di dekat area tengah sampai ujung batang.

Hasil analisis tegangan ekuivalen pada masing-masing material disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Tegangan Ekuivalen

Material	Stress	Nilai	Satuan
SS400	<i>Min</i>	5,333e-006	Mpa
	<i>Max</i>	16,598	Mpa
	<i>Avg</i>	0,36981	Mpa

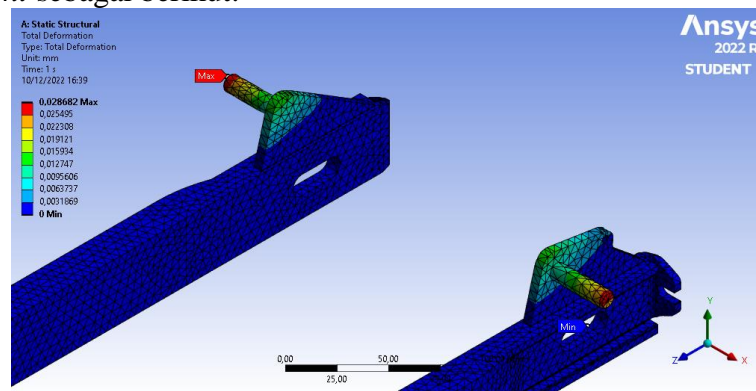
ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...

ASTM A36	<i>Min</i>	8,5345e-006	Mpa
	<i>Max</i>	16,864	Mpa
	<i>Avg</i>	0,36192	Mpa
ST37	<i>Min</i>	8,5345e-006	Mpa
	<i>Max</i>	16,864	Mpa
	<i>Avg</i>	0,36192	Mpa
S275JR	<i>Min</i>	6,4399e-006	Mpa
	<i>Max</i>	16,769	Mpa
	<i>Avg</i>	0,36451	Mpa

Berdasarkan Tabel 1 hasil tegangan ekuivalen pada kondisi pembebanan maksimum dan minimum didapat material jenis SS400 yang paling baik, dengan nilai tegangan ekuivalen maksimum dan minimumnya yang paling rendah. Pada kondisi pembebanan rata-rata didapat material jenis ASTM A36 dan ST37 yang paling baik, dengan nilai tegangan ekuivalen rata-ratanya paling rendah.

Hasil Analisa Displacement

Dengan cara serupa seperti sebelumnya, didapatkan hasil analisis *displacement* sebagai berikut:



Gambar 19. Nilai *Displacement* pada Material ST37

Berdasarkan hasil analisis *displacement*, didapat kondisi *displacement* minimum, maksimum dan rata-ratanya berada di lokasi yang sama untuk tiap jenis material. Kondisi *displacement* minimum berada pada titik tumpuan tetap atau berada di bagian penghubung *axle shaft* roda belakang dengan *swing arm*. Kondisi *displacement* maksimum berada pada ujung batang penghubung *shockbreaker* dengan *swing arm*. Kondisi *displacement* rata-ratanya berada pada area plat batang penghubung *shockbreaker* dengan *swing arm*.

Hasil analisis *displacement* pada masing-masing material disajikan dalam Tabel 2.

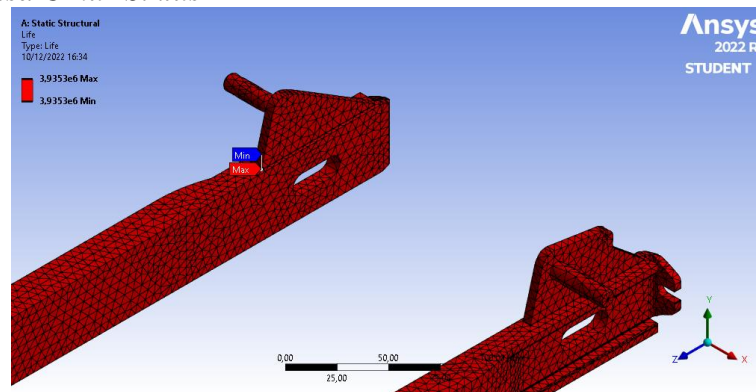
Tabel 2. Hasil Analisis *Displacement*

Material	Displacement	Nilai	Satuan
----------	--------------	-------	--------

SS400	<i>Min</i>	0	mm
	<i>Max</i>	2,9298e-002	mm
	<i>Avg</i>	4,8503e-004	mm
ASTM A36	<i>Min</i>	0	mm
	<i>Max</i>	3,0326e-002	mm
	<i>Avg</i>	5,0066e-004	mm
ST37	<i>Min</i>	0	mm
	<i>Max</i>	2,8882e-002	mm
	<i>Avg</i>	4,7682e-004	mm
S275JR	<i>Min</i>	0	mm
	<i>Max</i>	2,9038e-002	mm
	<i>Avg</i>	4,7985e-004	mm

Berdasarkan Tabel 2 didapat hasil nilai *displacement* pada tiap jenis material. Pada kondisi pembebanan maksimum didapat material jenis ST37 yang paling baik, dengan nilai *displacement* maksimum yang paling rendah. Pada kondisi pembebanan minimum didapat semua jenis material setara dengan nilai *displacement* minimumnya sebesar 0 mm. Pada kondisi pembebanan rata-rata didapat material jenis ST37 yang paling baik, dengan nilai *displacement* rata-ratanya yang paling rendah.

Hasil Analisa Umur Siklus



Gambar 20. Umur Siklus pada Material ASTM A36

Berdasarkan hasil analisa kegagalan terhadap penelitian yang dilakukan sebelumnya (Baek et al., 2009; Gorash and Mackenzie, 2017; Wang et al., 2010; Zainulabdeen, 2019; Aldeeb and Abdueilmula, 2018), mengenai umur siklus pada material SS400, ASTM A36, ST37 dan S275 didapatkan hasil bahwa seluruh jenis material tersebut dinyatakan aman sesuai dengan batas nilai siklus yang diketahui. Hal ini dikarenakan nilai tegangan ekuivalen maksimum pada tiap jenis material berada jauh di bawah batas siklus pembebanan kurva S-N.

Hasil analisa kegagalan pada masing-masing material disajikan dalam

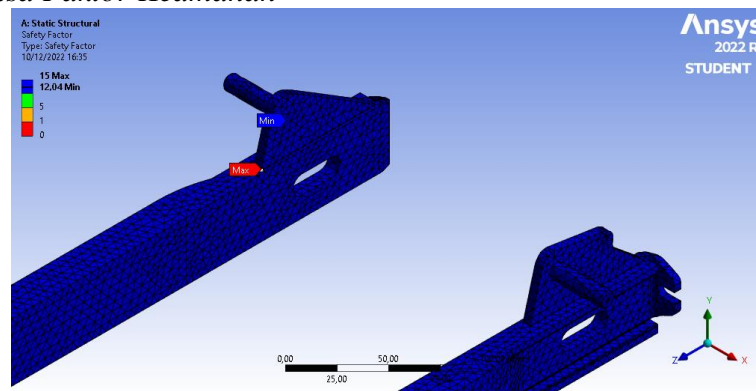
ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...

Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Umur Siklus Material <i>Swing Arm</i>				
Material	<i>Life Cycle</i>	Nilai	Satuan	Pustaka
SS400	<i>Min</i>			
	<i>Max</i>	6,7093e+005	Siklus	Baek et al., 2009
	<i>Avg</i>			
ASTM A36	<i>Min</i>			
	<i>Max</i>	3,9353e+006	Siklus	Wang et al., 2010
	<i>Avg</i>			
ST37	<i>Min</i>			
	<i>Max</i>	1,0e+006	Siklus	Zainulabdeen, 2019
	<i>Avg</i>			
S275JR	<i>Min</i>			
	<i>Max</i>	5,124e+005	Siklus	Aldeeb and Abdulmula, 2018
	<i>Avg</i>			

Mengacu pada Tabel 3 mengenai hasil analisa kegagalan menunjukkan bahwa umur siklus paling tinggi dimiliki material jenis ASTM A36, dengan nilai $3,9353e+006$ siklus. Sedangkan umur siklus paling rendah dimiliki material jenis S275JR, dengan nilai $5,124e+005$ siklus.

Hasil Analisa Faktor Keamanan



Gambar 21. Faktor Keamanan pada Material ASTM A36

Berdasarkan hasil analisa kegagalan untuk nilai faktor keamanan pada tiap jenis material, dimana pada kondisi pembebanan maksimum didapat material jenis ASTM A36 yang paling baik, dengan nilai faktor keamanan minimumnya paling tinggi. Pada kondisi pembebanan minimum didapat semua jenis material setara dengan nilai faktor keamanan maksimumnya sebesar 15. Pada kondisi pembebanan rata-rata didapat material jenis ASTM A36 yang paling baik, dengan nilai faktor keamanan rata-ratanya yang paling tinggi.

Hasil analisis faktor keamanan pada masing-masing material disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Faktor Keamanan

Material	<i>Safety Factor</i>	Nilai	Pustaka
SS400	<i>Min</i>	3,1811	Baek et al., 2009
	<i>Max</i>	15	
	<i>Avg</i>	14,84	
ASTM A36	<i>Min</i>	12,041	Wang et al., 2010
	<i>Max</i>	15	
	<i>Avg</i>	15	
ST37	<i>Min</i>	9,4875	Zainulabdeen, 2019
	<i>Max</i>	15	
	<i>Avg</i>	14,995	
S275JR	<i>Min</i>	10,038	Aldeeb and Abduelmula, 2018
	<i>Max</i>	15	
	<i>Avg</i>	14,997	

Tinggi-rendahnya nilai faktor keamanan dipengaruhi oleh besarnya pembebanan yang dibutuhkan terhadap kondisi batas pembebanan sesungguhnya. Nilai faktor keamanan yang sangat rendah memungkinkan terjadinya kegagalan yang sangat tinggi, sehingga nilai faktor keamanan harus di atas angka 1. Sebaliknya, apabila nilai faktor keamanan yang sangat tinggi maka struktur dianggap boros bahan karena tidak sesuai dengan fungsinya, misalnya menjadi sangat berat, biaya produksi struktur meningkat, dan sebagainya.

Kesimpulan

Setelah dilakukan keseluruhan analisa statika terhadap seluruh material baja lunak (*mild steel*) jenis SS400, ASTM A36, ST37 dan S275JR, didapatkan kesimpulan bahwa keempat jenis material tersebut memiliki karakteristiknya masing-masing. Dimana pada analisis tegangan ekuivalen didapat material jenis SS400 yang terbaik. Pada analisis *displacement* didapat material jenis ST37 yang terbaik. Serta pada analisa kegagalan didapat material jenis ASTM A36 yang terbaik.

Saran untuk kedepannya akan lebih baik apabila dilakukan penelitian serupa dengan menambahkan metode eksperimental untuk mendapatkan hasil yang sebenarnya, dikarenakan keterbatasan dalam pengambilan data, maka karakteristik material perlu diperoleh secara lengkap melalui pengujian pada tiap spesimen untuk mengetahui *mechanical properties* dan kurva S-N.

Daftar Pustaka

Aldeeb, T. and Abduelmula, M. (2018) *Fatigue Strength of S275 Mild Steel under Cyclic Loading*. Newcastle. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/328355534>.

ANALISA KEGAGALAN STRUKTUR MATERIAL SWING ARM PADA...

- Andrianto, L. (2007) *Sifat Fisis dan Mekanis Material Swing Arm Sepeda Motor*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Baek, S.H. *et al.* (2009) ‘Reliability Design of Preventive Maintenance Scheduling for Cumulative Fatigue Damage’, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 23(5), pp. 1225–1233. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12206-008-0901-z>.
- Bannantine, J.A., Comer, J.J. and Handrock, J.L. (1989) *Fundamentals of Metal Fatigue Analysis*. Edited by J.A. Bannantine, J.J. Comer, and J.L. Handrock. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Gorash, Y. and Mackenzie, D. (2017) ‘on Cyclic Yield Strength in Definition of Limits for Characterisation of Fatigue and Creep Behaviour’, *Open Engineering*, 7(1), pp. 126–140. Available at: <https://doi.org/10.1515/eng-2017-0019>.
- Kholil, A. (2013) ‘Analisis Dinamika Struktur Swing Arm Sepeda Motor Jenis Suspensi Monoshock Menggunakan Metode Elemen Hingga’, *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 1, pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.21009/jkem.1.1.1>.
- Kholil, A., Setyawan, C. and Saputro, H. (2015) ‘Analisis Karakteristik Getaran Struktur Lengan Ayun Sepeda Motor Jenis Suspensi Twinshock Menggunakan Metode Elemen Hingga dan Eksperimental’, *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 2, pp. 36–42. Available at: <https://doi.org/10.21009/jkem.2.1.6>.
- Khurmi, R.S. and Gupta, J.K. (2005) *Textbook of Machine Design, Engg. Services*. New Delhi. Available at: <https://libgen.is/book/index.php?md5=E6929861DFA1260D8FF1959FC0FD1147> (Accessed: 28 November 2022).
- Marliana, E., Ismail, I. and Ramadhan, M.Y. (2022) ‘ANALISA DAN REDESAIN SPROCKET ASSEMBLY CONVEYOR RAKE C2 DI STASIUN KETEL PG NGADIREJO’, *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, 8(2), pp. 77–85. Available at: <https://doi.org/10.34128/je.v8i2.167>.
- Marliana, E., Utomo, G.P. and Fuad, S. (2021) ‘Analisa Kegagalan dan Redesain Roller Tembaga Studi Kasus PT. Smelting’, *Analisa Kegagalan dan Redesain Roller Tembaga Jurnal Teknik Mesin*, 8(2), pp. 107–114. Available at: <https://doi.org/10.34128/je.v8i2.170>.
- Sanjayanto, T. (2010) *Analisa Swing Arm Menggunakan Program Aplikasi CAE*. Universitas Sanata Dharma.
- Saroyo, P. (2007) *Uji Karakteristik Dinamik Swing Arm Sepeda Motor Komersial dengan Metode Elemen Hingga*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wang, X.G. *et al.* (2010) ‘Quantitative Thermographic Methodology for Fatigue Assessment and Stress Measurement’, *International Journal of Fatigue*, 32(12), pp. 1970–1976. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2010.07.004>.

Zainulabdeen, A.A. (2019) 'Study of Fatigue Fractography of Mild Steel Used in Automotive Industry', *Al-Khwarizmi Engineering Journal*, 15(1), pp. 82–88. Available at: <https://doi.org/10.22153/kej.2019.07.003>.