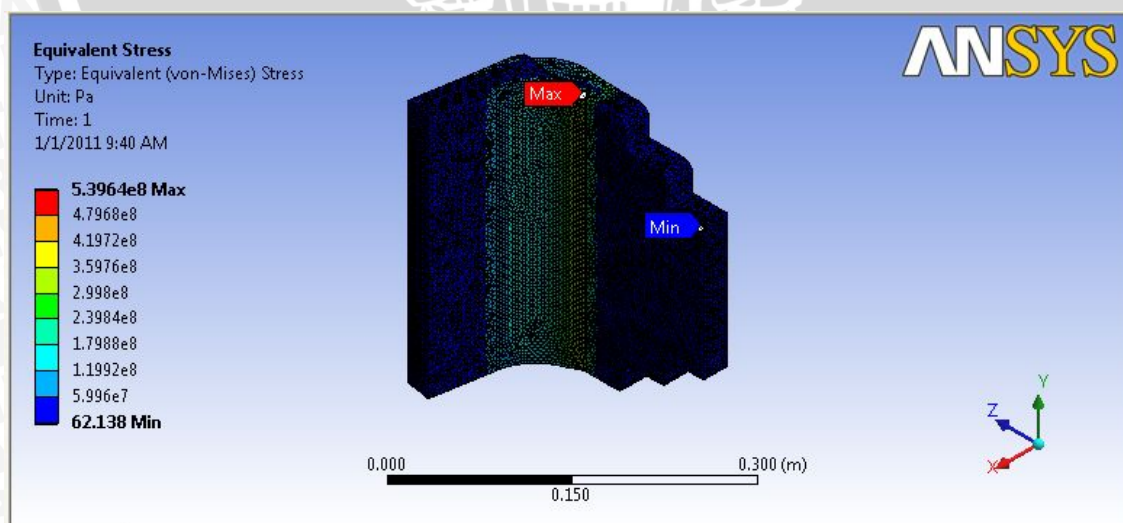
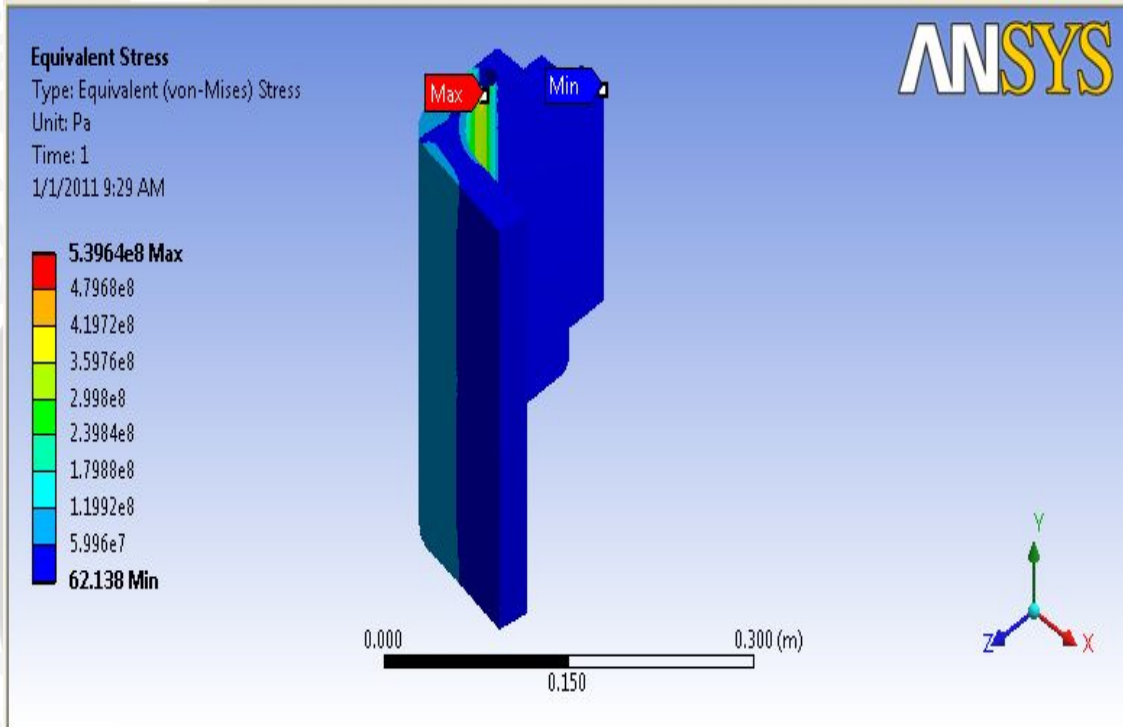


## BAB IV HASIL ANALISA TEGANGAN

### 4.1 Hasil Simulasi

#### 4.1.1 Distribusi Tegangan Von Misses

Hasil simulasi pembebanan *shock load* disini berupa distribusi tegangan dari tiap bagian *knuckle* kopler. Hasil distribusi tegangan berupa tegangan *von misses* untuk mendapatkan tegangan maksimum dari hasil pembebanan. Adapun hasil tegangan *von misses* dan distribusi tegangannya dapat dilihat pada gambar 4.1.

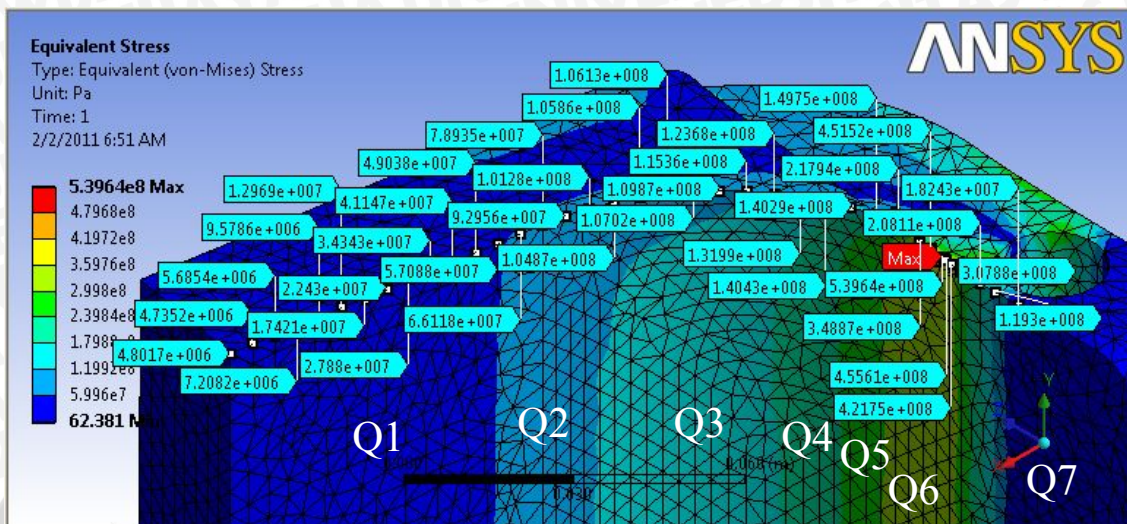


Gambar 4.1. Distribusi Tegangan Von Misses pada *Knuckle* Kopler

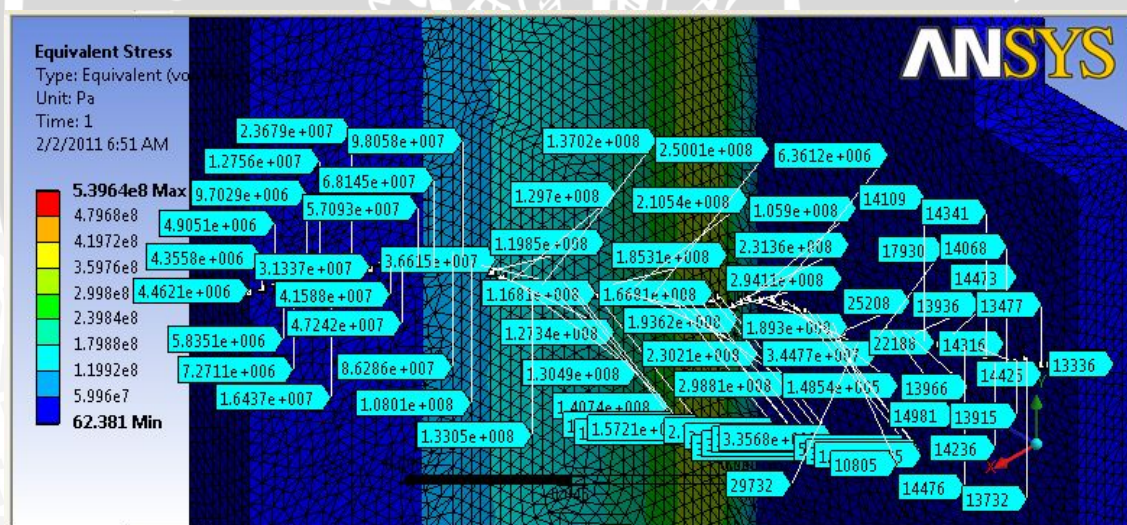
Dari gambar tersebut, dapat diketahui bahwa bagian yang berwarna biru merupakan bagian yang mengalami tegangan terkecil sedangkan bagian yang warna



merah merupakan bagian yang mendapatkan tegangan maksimal. Adapun besar tegangan minimum yang diterima kopler adalah sebesar  $62.138 \text{ Pa}$ , sedangkan tegangan maksimal adalah sebesar  $5.3964 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ . Adapun distribusi tegangan yang diterima pada setiap node terlihat pada gambar 4.2 dan 4.3.



Gambar 4.2 Distribusi Tegangan Pada Setiap Penampang Atas *Knuckle*



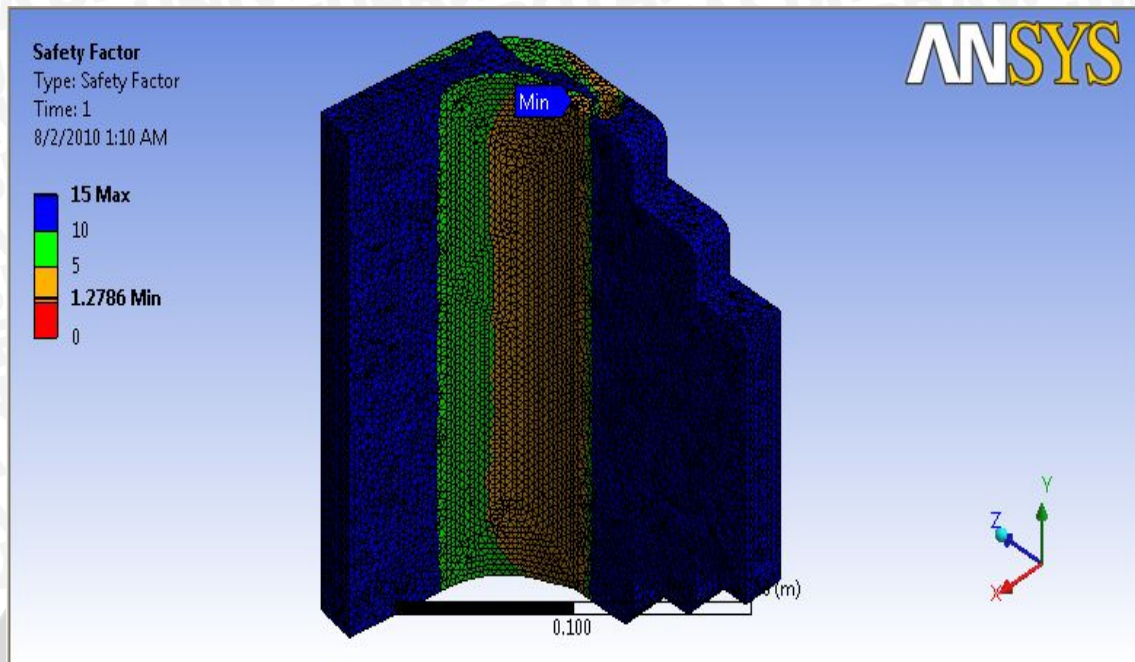
Gambar 4.3 Distribusi Tegangan Pada Setiap Penampang Tengah *Knuckle*

#### 4.1.2 Safety factor

*Safety factor* merupakan tingkat keamanan dari suatu material yang mendapatkan beban. Semakin besar *safety factor* yang dimiliki material tersebut, maka semakin baik pula material tersebut mendapatkan pemabanan. Adapun untuk *safety factor* maksimal akibat *shock load* adalah 15.

*Knuckle* yang mendapatkan *shock load* akan mendapatkan tegangan yang berbeda dari setiap penampangnya. Hal itu mempengaruhi nilai *safety factor* dari setiap

bagian *knuckle* tersebut. Adapun hasil simulasi yang diperoleh untuk *safety factor* adalah pada gambar 4.4.

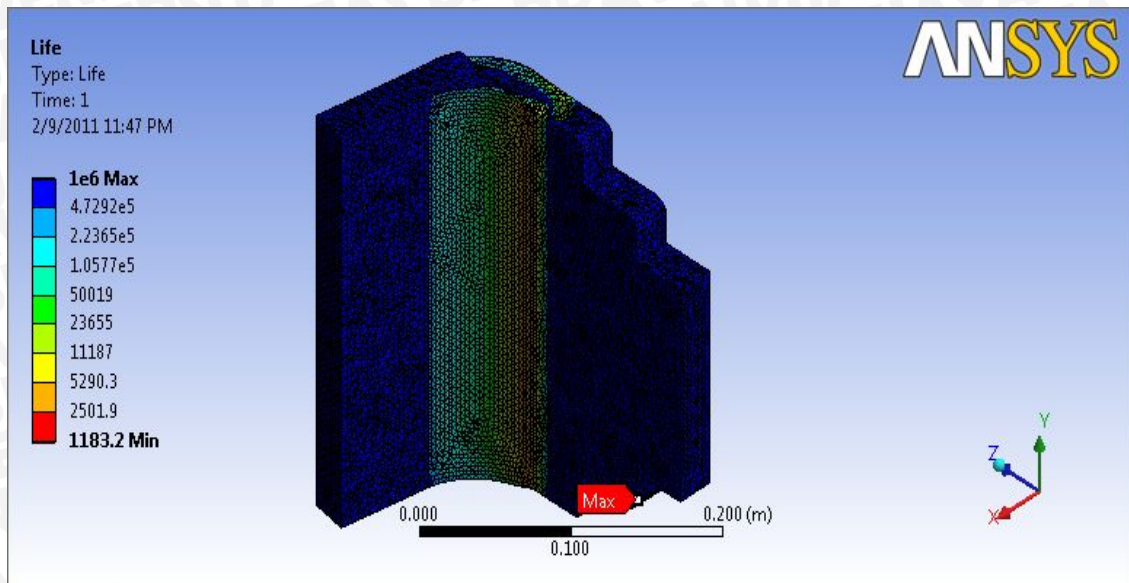


Gambar 4.4 *Safety factor* pada *Knuckle* kopler

Dari gambar tersebut, dapat diketahui bahwa *safety factor* pada setiap bagian memiliki perbedaan. Pada bagian yang berwarna merah, memiliki *safety factor* yang lebih rendah, sedangkan penampang yang berwarna biru memiliki *safety factor* yang paling tinggi. Adapun *safety factor* yang paling rendah adalah 1.2786 dan *safety factor* yang tertinggi adalah 15.

#### 4.1.3 Umur *Knuckle*

Umur dari *knuckle* juga dipengaruhi oleh besarnya tegangan yang diterima pada tegangan tersebut. Jika dalam intensitas siklus tegangan yang sama, maka semakin besar tegangan yang diterima, maka semakin pendek pula umur dari *knuckle* tersebut. Selain itu, konsentrasi tegangan juga ikut menentukan umur dari *knuckle* tersebut. Pada daerah konsentrasi tegangan, maka daerah tersebut memiliki umur yang lebih pendek dibandingkan dengan bagian lain.



Gambar 4.5 Umur Tiap Bagian *Knuckle* Kopler

Pada gambar 4.5 terlihat bahwa umur paling pendek adalah 1183.2 siklus, sedangkan umur paling lama adalah  $10^6$  siklus. Pada bagian yang mengalami konsentrasi tegangan, akan mengalami patah terlebih dahulu pada siklus ke 1183.2.

#### 4.2 Pembahasan

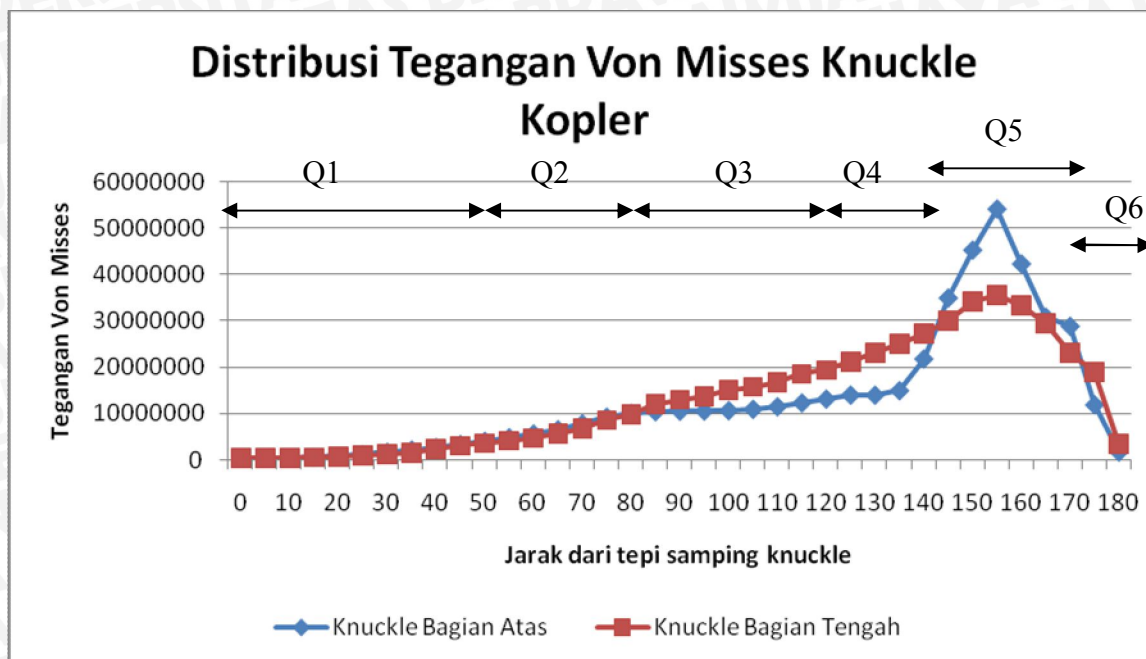
Hasil dari simulasi menunjukkan distribusi tegangan, faktor intensitas tegangan, *safety factor* dan umur dari *knuckle* kopler kereta api. Besarnya tegangan ini akan didistribusikan ke seluruh penampang kopler. Untuk besarnya tegangan pada setiap penampang ke arah horisontal adalah pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tabel Distribusi Tegangan *Von misses*

Jarak dari tepi samping <i>knuckle</i> (mm)	Tegangan Daerah Atas (Pa)	Tegangan Daerah Tengah (Pa)
0	$4.8017 \times 10^6$	$4.4621 \times 10^6$
5	$4.7352 \times 10^6$	$4.3558 \times 10^6$
10	$5.6854 \times 10^6$	$4.9051 \times 10^6$
15	$7.2082 \times 10^6$	$5.8351 \times 10^6$
20	$9.5786 \times 10^6$	$7.2711 \times 10^6$
25	$1.2969 \times 10^7$	$9.7029 \times 10^6$
30	$1.7421 \times 10^7$	$1.2756 \times 10^7$
35	$2.243 \times 10^7$	$1.6437 \times 10^7$
40	$2.788 \times 10^7$	$2.3679 \times 10^7$
45	$3.4343 \times 10^7$	$3.1337 \times 10^7$
50	$4.1147 \times 10^7$	$3.6615 \times 10^7$
55	$4.9038 \times 10^7$	$4.1588 \times 10^7$

60	$5.7088 \times 10^7$	$4.7242 \times 10^7$
65	$6.6118 \times 10^7$	$5.7093 \times 10^7$
70	$7.8935 \times 10^7$	$6.8145 \times 10^7$
75	$9.2956 \times 10^8$	$8.6286 \times 10^7$
80	$1.0128 \times 10^8$	$9.8058 \times 10^7$
85	$1.0487 \times 10^8$	$1.1985 \times 10^8$
90	$1.0586 \times 10^8$	$1.297 \times 10^8$
95	$1.0613 \times 10^8$	$1.3702 \times 10^8$
100	$1.0702 \times 10^8$	$1.4987 \times 10^8$
105	$1.0987 \times 10^8$	$1.5721 \times 10^8$
110	$1.1536 \times 10^8$	$1.6681 \times 10^8$
115	$1.2368 \times 10^8$	$1.8531 \times 10^8$
120	$1.3199 \times 10^8$	$1.9362 \times 10^8$
125	$1.4043 \times 10^8$	$2.1054 \times 10^8$
130	$1.4029 \times 10^8$	$2.3021 \times 10^8$
135	$1.4975 \times 10^8$	$2.5001 \times 10^8$
140	$2.1794 \times 10^8$	$2.7162 \times 10^8$
145	$3.4887 \times 10^8$	$2.9881 \times 10^8$
150	$4.5152 \times 10^8$	$3.4085 \times 10^8$
<b>155</b>	<b><math>5.3964 \times 10^8</math></b>	<b><math>3.5487 \times 10^8</math></b>
160	$4.2175 \times 10^8$	$3.3268 \times 10^8$
165	$3.0788 \times 10^8$	$2.9411 \times 10^8$
170	$2.8811 \times 10^8$	$2.3136 \times 10^8$
175	$1.193 \times 10^8$	$1.893 \times 10^8$
180	$1.8243 \times 10^7$	$3.4477 \times 10^7$

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa tegangan terbesar terletak pada jarak 155 mm dari tepi samping *knuckle*. Kecenderungan sebaran tegangan yang terjadi pada tiap komponen dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Distribusi Tegangan *Knuckle* Kopler

Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin nomer node semakin besar, maka tegangan Von Mises juga akan semakin besar. Akan tetapi akan mencapai penurunan setelah mengalami tegangan maksimum. Dapat dilihat juga bahwa semakin dekat daerah *knuckle* dengan daerah lengkungan, maka semakin besar pula tegangan Von Misesnya. Tegangan maksimal dari *knuckle* kopler terjadi pada node berjarak 155 mm, yang disebabkan karena pada jarak tersebut semakin mendekati lubang *knuckle pin* dimana luas permukaannya lebih kecil dibandingkan dengan yang lain. Hal ini sesuai dengan prinsip dari tegangan, semakin kecil luas penampang maka tegangan akan semakin besar.

Pada gambar juga dapat dilihat bahwa tegangan yang diterima *knuckle* ke arah vertikal memiliki kecenderungan yang sama besar. Hal ini ditandai dengan seragamnya warna penampang *knuckle* ke arah vertikal. Pada distribusi tegangan bagian tengah *knuckle* memiliki kecenderungan pola distribusi tegangan yang sama dengan bagian atas *knuckle*. Pada daerah Q1 memiliki kecenderungan nilai tegangan yang lebih kecil dari pada penampang lain, dan penampang Q2 memiliki tegangan lebih besar dari pada Q1, begitu seterusnya hingga mendapatkan tegangan terbesar pada daerah Q5 dan tegangan akan menurun kembali setelahnya. Sepanjang luasan Q1 memiliki tegangan yang serupa dengan ditandai dengan warna biru yang sama. Hal ini disebabkan karena pada arah vertikal, sepanjang penampang mendapatkan gaya yang sama, sehingga juga memiliki kecenderungan memiliki tegangan yang hampir sama juga. Semakin dekat luasan

penampang dengan lubang *knuckle* pin, maka tegangan yang diterima juga akan semakin besar juga dan akan kembali turun pada saat telah menjauhi lubang *knuckle* pin. Sehingga pada seluruh quartal luasan penampang memiliki hubungan  $Q1 < Q2 < Q3 < Q4 < Q5 > Q6 > Q7$ .

Tegangan maksimal yang diterima oleh *knuckle* tersebut masih berada di bawah tegangan *yield* dari material tersebut. Adapun tegangan *yield* material tersebut adalah sebesar 690 Mpa sedangkan tegangan maksimalnya adalah 539 Mpa.

Besarnya tegangan disini mempengaruhi *safety factor* dan umur *knuckle*. Untuk *safety factor* juga berbeda-beda pada tiap penampangnya. Hal ini tergantung dari tegangan yang diterima oleh bagian tersebut. *Safety factor* terkecil adalah di sekitar lekukan *knuckle*. Hal ini sesuai dengan besarnya tegangan yang diperoleh. Pada daerah tersebut mendapatkan tegangan maksimal, sehingga memiliki *safety factor* yang paling rendah. Sementara *safety factor* yang terbesar ditandai dengan bagian yang berwarna biru. Umur yang paling pendek terjadi pada daerah konsentrasi tegangan. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar tegangan yang diterima, maka semakin pendek pula umur bagian tersebut jika mengalami intensitas tegangan yang sama.

