

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Nanang Tawaf, Wahyono Suprpto, Ainindito Purnowidodo (2014), jurnal tentang Analisis Fatigue Failure Suhu Rendah Struktur Batang Duralumin dengan Mesin Siklus Bending yaitu mencoba meneliti untuk memprediksi ketahanan lelah duralumin pada suhu rendah dan untuk memahami pengaruh struktur mikro pada duralumin pada suhu rendah. Dalam penelitian tersebut menjelaskan bahwa duralumin (aluminium alloy) tersebut memiliki ketahanan lelah dengan nilai rata – rata pada saat suhu rendah lebih besar ketahanan lelahnya daripada suhu tinggi. Ketika disuhu ( $-19^{\circ}C$ ) dengan tegangan 45 MPa, 30 MPa, 15 MPa, secara berturut – turut yaitu  $11 \times 10^5$ ,  $13,6 \times 10^5$ , dan  $17,8 \times 10^5$  siklus. Sedangkan pengujian kelelahan material pada suhu ruang ( $27^{\circ}C$ ), jumlah siklus mengalami peningkatan berturut – turut yaitu,  $7 \times 10^5$ ,  $8,7 \times 10^5$ , dan  $13 \times 10^5$  siklus. perubahan mikro yang terjadi pada material duralumin

yaitu terjadi pada suhu rendah, ( $-19^{\circ}\text{C}$ ) yaitu terjadi disorientasi struktur Kristal. Dikondisi ( $-19^{\circ}\text{C}$ ) material uji memiliki ukuran butir yang kecil, sehingga struktur mikronya menunjukkan butir memanjang dan halus. Ini menunjukkan karena proses deformasi pada pengujian kelelahan di suhu yang rendah. Selama uji kelelahan suhu rendah, mikro struktur menunjukkan butiran panjang dan kecil. Yang menghasilkan ketahanan slip lebih besar untuk spesimen.

Jesi Tiastuti (2016), Melakukan penelitian tentang “Analisis Perambatan Retak Fatik Baja Aisi 1020” dari penelitian ini hasil yang didapatkan adalah bertujuan untuk mengetahui laju dan mekanisme perambatan retak fatik baja AISI 1020 melalui penampang patahan hasil uji, dengan menggunakan mesin MTS Landmark 100 kN. Parameter yang digunakan adalah  $P_{\max} = 0.7 P_{\text{yield}}$ ,  $R = 0,3$   $\sigma_{\text{yield}} = 395,5896 \text{ MPa}$  dan  $f = 10 \text{ Hz}$ . Dan di peroleh persamaan  $y = 8,107 \times 10^{-14} (\Delta K)^{4,69}$  dimana  $C = 8,107 \times 10^{-14}$  dan  $m = 4,69$ . Dan pada pengujian ini awal retak terjadi pada siklus 10.000 dengan panjang retak 4,745

mm. dengan hasil pengujian retak merambat terjadi pada siklus 13.250 dengan panjang retak 10,464 mm. dan perilaku yang paling cepat perambatannya ketika mencapai batas patah pada jumlah siklus 13.990 dengan panjang retak sebesar 1,7081 mm. pada daerah ini didapat dengan pola patahan intergranular. Sedangkan hasil SEM batas patah pada siklus 14.000 menunjukkan adanya dample dan inklusi.

## **2.1 Teori Pendukung Penelitian**

### **2.2.1 Klasifikasi aluminium**

Aluminium adalah salah satu material yang sangat banyak digunakan di dunia industri, dan salah satunya jenis logam non ferrous yang di olah berbagai macam produk.

Aluminium adalah satu satunya material logam yang ringan dengan berat jenis  $2.7 \text{ gram/cm}^3$  setelah Magnesium ( $1.7 \text{ gram/cm}^3$ ) dan Berilium ( $1.85 \text{ gram/cm}^3$ ) atau sekitar  $1/3$  dari berat jenis besi maupun tembaga. Aluminium juga memiliki sifat penghantar panas sehingga dia mampu digunakan sebagai

komponen mesin dan alat penukar panas, dan komponen industri kimia lainnya.

**Tabel 2.1 klasifikasi aluminium dan paduannya**

Al paduan untuk di mesin	Paduan jenis tidak dapat di perlakuan panas (non-heat-treatable)	<b>Al murni (seri 3000)</b> <b>Paduan Al-Mn (seri 4000)</b> <b>Paduan Al-Si (seri 4000)</b> <b>Paduan Al-Mg (seri 5000)</b>
	Paduan jenis dapat perlakuan panas (heat-treatable)	<b>Paduan Al-Cu (seri 2000)</b> <b>Paduan Al-Mg-Si (seri 6000)</b> <b>Paduan Al-Zn (seri 7000)</b>
Al paduan untuk coran	Non heat-treatable alloy	<b>Paduan Al-Si (silumin)</b> <b>Paduan Al-Mg (hydronarium)</b>
	Heat-treatable alloy	<b>Paduan Al-Cu (lautal)</b> <b>Paduan L-Si-Mg (silumin, Lo-ex)</b>

Tabel 2.1 klasifikasi aluminium

Sumber (Material Teknik, Yudy Surya Irawan : 2012)

Beberapa macam aluminium alloy ditinjau dari bahan campurannya, antara lain :

- Magnal (terdiri dari campuran aluminium dan magnesium)
- Manal (terdiri dari campuran aluminium dan mangan)
- Siluminal (terdiri dari campuran aluminium, tembaga dan silicon)
- Duraluminium terdiri dari campuran aluminium, tembaga, mangan dan magnesium)

### **2.2.2 Aluminium 6061**

Pemilihan Aluminium 6061 ini karena banyak digunakan di perindustrian sebagai bahan permesinan selagi mudah didapatkan dan murah dipasaran. Aluminium 6061 ini merupakan paduan aluminium yang unsur utamanya adalah magnesium dan silikon. Kekuatan sedang dan resistensi yang sangat baik untuk korosi membuat paduan tempa yang dapat diolah panas dari seri 6xxx (Al-Mg-Si) sangat cocok dalam berbagai struktur, bangunan, laut, mesin, dan aplikasi proses-peralatan. Fase  $Mg_2Si$ , yang

adalah dasar untuk pengerasan presipitasi, adalah unik karena merupakan senyawa ionic dan tidak hanya anodik untuk aluminium tetapi juga reaktif dalam larutan asam. Namun, baik dalam larutan padat atau sebagai presipitat submikroskopik,  $Mg_2Si$  memiliki efek yang dapat diabaikan terhadap potensial elektroda. Karena paduan ini biasanya digunakan dalam kondisi perlakuan panas, tidak ada efek yang merugikan hasil dari elemen paduan utama atau dari pelengkap kromium, mangan, atau zirkonium, yang ditambahkan untuk mengendalikan biji-bijian struktur. Penambahan tembaga, yang menambah kekuatan dalam banyak hal ini paduan, terbatas pada jumlah kecil untuk meminimalkan efek pada korosi perlawanan. Pada tingkat tembaga lebih tinggi dari 0,5% beberapa korosi intergranular dapat terjadi di beberapa tempers (misalnya, T4 dan T6). Namun, intergranular ini korosi tidak menyebabkan kerentanan terhadap pengelupasan kulit atau SCC. Ketika isi magnesium dan silikon dalam paduan 6xxx seimbang (secara proporsional untuk membentuk hanya  $Mg_2Si$ ), korosi dengan penetrasi intergranular sedikit di sebagian besar lingkungan komersial.

(J.R. Davis, 2001) dalam bukunya mengatakan Untuk aplikasi struktural berkekuatan sedang. Machinability yang sangat baik dalam T-temper. Paduan yang mengandung magnesium dan silikon kekuatan sedang dan ketahanan korosi yang baik dalam kaitannya dengan yang lain paduan aluminium heat-treatable. Karena mereka mudah diekstrusi, mereka tersedia dalam berbagai bentuk struktural, serta lembaran dan piring produk. Kecerbagunaan paduan ini direpresentasikan pada 6061, yang mana salah satu paduan aluminium yang paling umum digunakan. Biasanya, 6xxx paduan memiliki sifat mampu bentuk yang baik dan kemampuan las yang baik. Biasanya alminini 6061 ini sangat cocok dalam berbagai struktur, bangunan, laut, mesin, dan aplikasi proses-peralatan.

Tabel 2.2 Unsur yang terkandung dalam aluminium seri 6061

Unsur	Composition %
Si	0,40 – 0,8
Fe	0,7
Cu	0,15 – 0,40
Mn	0,15
Mg	0,8 – 1,2
Cr	0,04 – 0,35
Zn	0,25

Tabel 2.2 unsur yang terkandung aluminium 6061

Sumber : ASM metal handbook volume 2 : 1995

### 2.2.3 Klasifikasi baja

Baja adalah paduan yang paling banyak digunakan manusia, jenis dan bentuknya sangat banyak. Karena penggunaannya yang sangat luas maka berbagai pihak sering membuat klasifikasi menurut keperluan masing-masing. Ada beberapa cara mengklasifikasikan baja, antara lain:



- a. Menurut cara pembuatannya; baja Bessemer, baja Siemens-Martin (Open hearth), baja Listrik, dan lainnya.
- b. menurut penggunaannya; baja konstruksi, baja mesin, baja pegas, baja ketel, baja perkakas, dan lainnya.
- c. menurut kekuatannya ; baja kekuatan lunak, baja kekuatan tinggi
- d. menurut struktur mikronya; baja eutektoid, baja hypoeutektoid, baja hypereutektoid, baja austenitik, baja ferritik, baja martensitik dan lainnya.
- e. menurut komposisi kimianya; baja karbon, baja paduan rendah, baja paduan tinggi, dan lainnya.

❖ Baja karbon rendah (*Low carbon steel*)

Pada umumnya baja ini mengandung kurang dari sekitar 0,25% karbon. Paduan ini relatif lunak, tetapi memiliki keuletan dan ketangguhan yang luar biasa. Dan yang paling utama adalah paling murah ketika di produksi, dalam aplikasinya yaitu

dijadikan sebagai komponen tubuh mobil, dan lembaran yang digunakan dalam saluran pipa, bangunan, jembatan, dan kaleng.

❖ Baja karbon menengah (*Medium carbon steel*)

Baja karbon menengah ini memiliki konsentrasi karbon antara sekitar 0,25 dan 0,60%. Paduan ini memiliki mikrostruktur martensit temper. Pada paduan ini diberi perlakuan panas sehingga lebih kuat daripada baja karbon rendah, tetapi pada daktilitasnya dan ketangguhannya.

● Aplikasinya adalah roda kereta api dan trek, roda gigi, poros engkol, dan bagian mesin lainnya dan komponen strukturalnya berkekuatan tinggi yang tahan terhadap aus, dan ketangguhannya.

➤ Baja karbon tinggi (*high carbon steel*)

Baja karbon tinggi, biasanya memiliki kandungan karbon antara 0,60 dan 1,4%. Paduan ini memiliki kekuatan yang sangat kuat tetapi tidak ulet dan juga tahan terhadap aus. Dan aplikasinya adalah pisau gergaji besi, pegas, dan kawat berkekuatan tinggi. (**William D. Callister, Jr , 2006 : 385**).

#### **2.2.4 Baja ST 41**

Baja ST 41 adalah jenis bahan untuk baja boiler dan bejana tekan. Baja ST 41 memiliki ciri yang kekuatan luluhnya minimum 185 - 265 MPa dan dan memiliki kemampuan las yang baik , sehingga baja ST 41 digunakan untuk pembuatan boiler, bejana tekan, dan pipa pengangkutan cairan panas. berikut ini adalah komposisi kimia dan sifat mekanik baja ST 41.

Data-data yang dapat diperoleh dari baja ST 41 adalah sebagai berikut :

	Unsur	Campuran %
Baja ST 41	C	0.20
	Mn	0.80 – 1.40
	S	0.015
	N	0.012
	Cu	0.30
	Nb	0.020
	Ti	0.03
	Si	0.40
	P	0.25
	Al	0.020
	Cr	0.30
	Mo	0.08
	Ni	0.30
	Vi	0.02

Tabel 2.3 Unsur kandungan baja ST 41

Sumber : International enterprise center Zhengzhou city in China

### 2.2.5 Tegangan Lentur

Pengintian pertumbuhan retakan dan penampilan permukaan perpatahan tergantung pada bentuk benda uji dan jenis pembebanan yang ada. Pada pengujian Fatik *cantilever rotary bending* untuk bentuk benda uji seperti ini tegangan maksimum yang bekerja berada pada daerah L lihat gambar 2.1.



Gambar 2.1. Bentuk tegangan maksimum yang bekerja pada Pengujian fatikcantilever rotary bending Sumber: K.K. Alaneme, 2011

### 2.2.6 Fatik

Fatik atau disebut juga dengan kelelahan yang dimana patahan lelah disebabkan oleh tegangan berulang,

yang membentuk kegagalan pada struktur yang mengalami tekanan dinamis dan berfluktuasi. Semua patahan terjadi karena disebabkan melalui tahapan proses: (*terjadinya retakan lelah*) – (*perambatan retakan lelah*) – (*patahan statik terhadap luas penampang sisa*). Kelelahan adalah penting karena merupakan penyebab kegagalan terbesar dalam logam, diperkirakan sekitar 90% dari semua kegagalan.

Adapun proses kegagalan fatik ditandai oleh tiga langkah berbeda yaitu :

1) Awal retak (*crack initiation*)

Dimana celah kecil terbentuk di beberapa titik konsentrasi tegangan tinggi;

2) Perambatan Retak (*crack propagation*)

Dimana celah ini maju secara bertahap dengan masing-masing siklus stress. Jumlah total siklus yang menyebabkan kegagalan fracture merupakan penjumlahan jumlah siklus yang menyebabkan retakan awal dan fase perambatannya.

3) Kerusakan tahap akhir (*Final fracture*)

Perpatahan terjadi ketika material telah mengalami siklus tegangan dan regangan yang

menghasilkan kerusakan yang permanen. Ketika terjadi penjarangan retak, penampang pada bagian tersebut akan berkurang sampai pada kondisi dimana penampang pada bagian tersebut tidak mampu menahan beban yang terakhir kali. Pada tahap ini penjarangan retak yang terjadi sangat cepat sehingga struktur akan terpecah menjadi dua.

Karakteristik kelelahan logam dibagi menjadi dua yaitu :

1. Karakteristik makro

Karakteristik makro merupakan ciri-ciri kelelahan yang dapat diamati secara visual (dengan mata telanjang dan kaca pembesar).

2. Karakteristik mikro.

Karakteristik mikro merupakan ciri-ciri kelelahan yang hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop.

### **2.2.7 Analisa Perhitungan Fatik**

Pengujian fatik dilakukan dengan cara memberikan *strees level* tertentu sehingga spesiemen

patah pada siklus tertentu. **Dieter (1992)** menyatakan untuk kurva S-N dibutuhkan 8-12 spesiemen.

Pengujian fatik dilakukan dengan *Contiliver Rotatiting Bending*. Jika benda uji diputar dan diberi beban, maka benda tersebut akan mengalami tegangan lentur pada benda uji. tegangan lentur inilah yang menyebabkan terjadinya beban lentur pada permukaan benda uji, dengan beban lentur inilah yang menyebabkannya patahnya benda uji. Besarnya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut. (*international for use of ONO'S*).

$$\sigma = \frac{M.y}{I} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$M = WL \dots\dots\dots(2.2)$$

$$y = \frac{d}{2} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\sigma = \frac{32WL}{\pi d^3} \dots\dots\dots(2.5)$$

Sumber : Dieter 1991

Dengan  $\sigma$  = Tegangan Lentur ( $kg/cm^2$ )



$W$  = Beban yang digunakan(kg)

$d$  = Diameter benda uji (Cm)

$I$  = Momen Inersia (Cm<sup>4</sup>)

$y$  = jarak titik pusat ke permukaan (Cm)

$L$  = Jarak titik beban dan titik area pengujian(Cm)

$M$  = Momen lentur

## **2.2.8 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Lelah**

Adapun ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan lelah pada material diantaranya adalah sebagai berikut :

### **1. Faktor Kelembaban Lingkungan**

Faktor kelembaban lingkungan sangat mempengaruhi kekuatan lelah sebagaimana yang telah diteliti Haftirman (1995) bahwa pada kelembaban relatif 70% sampai 80%. Lingkungan kelembaban tinggi membentuk pit korosi dan retak pada permukaan spesimen yang menyebabkan kegagalan lebih cepat terjadi.

## **2. Tipe Pembebanan**

Tipe pembebanan ini sangat mempengaruhi kekuatan lelah sebagaimana yang diteliti oleh Ogawa (1989) bahwa baja S45S yang diberikan tipe pembebanan lentur putar dan pembebanan aksial mempunyai kekuatan lelah yang sangat berbeda, baja S45S dengan pembebanan aksial memiliki kekuatan lelah yang lebih rendah dari baja yang menerima pembebanan lentur putar.

## **3. Faktor Suhu**

Faktor suhu sangat mempengaruhi kekuatan lelah karena suhu menaikkan konduktifitas elektrolit lingkungan sehingga dapat mempercepat proses oksidasi. Untuk mengkondisikan pengujian standar terhadap suhu, pengujian dilakukan pada temperatur kamar. Menurut Haftirman (1995) bahwa pada

pengujian di suhu 40<sup>0</sup>C retakan pada spesimen memanjang dari pada pengujian di suhu 20<sup>0</sup>C. Dengan retakan yang halus, karena suhu yang tinggi menyebabkan molekul air yang terbentuk mengecil di permukaan baja sehingga mempercepat terjadinya reaksi oksidasi dan membuat jumlah pit korosi jauh lebih banyak, akibatnya pit korosi cepat bergabung membentuk retakan yang memanjang (Dieter, 1986).

#### **4. Faktor Tegangan Sisa**

Faktor tegangan sisa yang mungkin timbul pada saat pembuatan spesimen direduksi dengan cara melakukan pemakanan pahat sehalus mungkin terhadap spesimen sehingga pemakanan pahat tidak menimbulkan tegangan sisa maupun tegangan lentur pada spesimen.

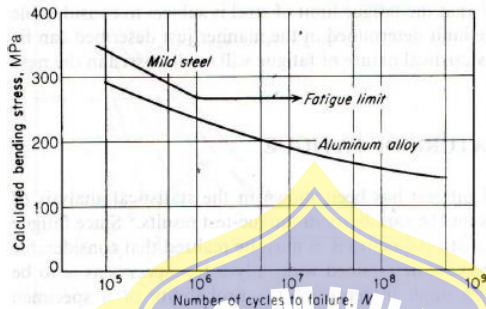
#### **5. Faktor Komposisi Kimia**

Pengaruh faktor komposisi kimia terhadap kekuatan lelah diharapkan sama untuk seluruh

spesimen uji dengan pemilihan bahan yang diproduksi dalam satu kali proses pembuatan, sehingga didapat kondisi pengujian yang standar untuk seluruh spesimen uji.

### **2.2.9 Kurva S-N**

Metode dasar untuk penyajian data kelelahan rekayasa adalah menggunakan Kurva S-N yaitu pemetaan tegangan (S) terhadap jumlah siklus sehingga terjadi kegagalan (N). Nilai tegangan yang di plot dapat berupa nilai tegangan maksimum, minimum atau nilai rata-rata. Harga tegangan biasanya adalah tegangan nominal, yang paling banyak cara penentuan sifat-sifat Fatik material dibuat dalam lenturan balik penuh, dimana tegangan rata-ratanya bernilai nol. Pada baja, siklus S-N yang melampaui batas leleh ( $N > 10^7$ ), baja dianggap mempunyai umur yang tak berhingga atau kegagalan diprediksi tidak akan terjadi, sedangkan untuk logam bukan besi (non ferrous) tidak terdapat batas leleh yang signifikan, memiliki kurva S-N dengan gradien yang turun sedikit demi sedikit sejalan dengan bertambahnya jumlah siklus (Gambar 2.2)



Gambar 2.2 Kurva Kelelahan untuk logam besi dan bukan besi (Sumber : George E. Dieter, 1992 )

Kekuatan lelah atau batas lelah (endurance limit), adalah tegangan yang memberikan umur tak berhingga. Tegangan dibawah batas lelah akan menyebabkan logam aman terhadap kelelahan, hal ini disebabkan karena gerakan dislokasinya akan terhambat oleh atom-atom asing interstisi sehingga tidak akan menghasilkan PSB (Presistant Slip Band).

## 2.2.10 Komponen Utama Mesin Uji Lelah tipe Cantiliver Rotating Bending

### a. Motor Listrik

Motor Listrik berfungsi sebagai sumber penggerak utama poros. Daya motor yang

diperlukan dapat di tentukan dengan persamaan sebagai berikut

$$P = F \times R \times \omega \dots\dots\dots(2.6)$$

$$P_d = f_c \times P \dots\dots\dots(2.7)$$

**Sumber (sularso, perencanaan elemen mesin 1997 )**

Dengan :

P = Daya yang ditransmisikan (HP)

P<sub>d</sub> = Daya yang direncanakan (HP)

n = Putaran Motor (RPM)

F = Gaya yang terjadi pada poros

r = Jari – jari poros

f<sub>c</sub> = Daya yang di transmisikan

**b. Pulley dan V- belt**

Daya yang di hasilkan motor ditransmisikan oleh sabuk dan puli. Berikut adalah keterangan dan data yang diperoleh untuk melengkapi perhitungan puli dan sabuk.

- Kecepatan sabuk 1

$$V_{sabuk\ 1} = \pi d_1 N_1 \dots\dots\dots(2.8)$$

- Kecepatan sabuk 2

$$V_{sabuk\ 2} = \pi d_2 N_2 \dots\dots\dots(2.9)$$

- Kecepatan rasio puli

$$V_{sabuk\ 1} = V_{sabuk\ 2} \dots \dots \dots (2.10)$$

$$d_1 \cdot N_2 = d_2 \cdot N_1 \dots \dots \dots (2.11)$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2} \dots \dots \dots (2.12)$$

- Panjang sabuk

$$L = \pi(r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x} \dots \dots \dots (2.13)$$

**Sumber : Sularso dan Kiyokatsu : 1994**

Keterangan

$d_1$  = diameter 1

$d_2$  = diameter 2

$N_1$  = kecepatan puli 1

$N_2$  = kecepatan puli 2

$x$  = jarak antar pusat puli

$r_1$  = jari jari puli 1

$r_2$  = jari jari puli 2

$\alpha$  = sudut kontak antara puli 1 dan 2

**c. Poros**

Poros adalah berfungsi untuk meneruskan putaran motor atau juga meneruskan daya (sularso, 1997).

Dalam suatu komponen poros merupakan salah satu elemen yang penting guna memindahkan putaran dari mesin ke sistem. Poros juga mendapatkan beban puntir murni dari tegangan lentur, daya yang di transmisikan ke poros terlebih dahulu melalui puli dan sabuk.

Untuk menentukan faktor keamanan pada bahan poros seperti pada tabel :

Faktor keamanan		
$Sf_1$	6,0	Untuk bahan S-C dengan pengaruh masa, dan baja paduan
$Sf_2$	1,3 sampai 3,0	Poros dibuat alur pasak atau bertangga

Tabel 2.3 Sumber sularso, 1997

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots(2.14)$$

Sumber : Sularso, perencanaan elemen mesin 1997) :

Dengan :

$\tau_a$  = tegangan geser ijin kg /mm<sup>2</sup>



$\sigma_B$  = kekuatan tarik kg/mm<sup>2</sup>

$Sf1$  dan  $Sf2$  = faktor keamanan

**Sumber : sularso , perencanaan elemen mesin :2004**

Untuk menentukan diameter poros (d) yang akan digunakan untuk pembuatan alat uji lelah diambil dari persamaan menentukan tegangan lentur yang terjadi, dapat dihitung dengan persamaan.

$$\sigma = \frac{M.y}{I} = \frac{F.L \cdot \frac{1}{2}.d}{\frac{\pi.d^4}{64}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Sedangkan untuk menentukan tegangan torsi yang terjadi pada poros dapat dihitung dengan persamaan.

$$\tau = \frac{T.r}{I.p} \dots\dots\dots(2.16)$$

Untuk menghitung tegangan yang terjadi secara keseluruhan atau tegangan gabungan pada poros dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$\sigma_{1.2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_{1^2} \cdot \sigma_{2^2} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

$$T = \frac{60.P}{2.\pi.n} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$r = \frac{1}{2}dI_p = \frac{\pi.d^4}{32} \dots\dots\dots(2.20)$$

**Sumber : Perencanaan elemen mesin: sularso 1997) :**

Keterangan :

$\tau$  = Tegangan geser (N/mm<sup>2</sup>)

I = Momen inersia (mm<sup>4</sup>)

P = Daya yang dibutuhkan (HP)

y = Jari-jari poros (mm)

n = Putaran motor (rpm)

T = Momen rencana poros (N.mm)

r = Jari-jari/ setengah diameter (mm)

l = Panjang poros (mm)

d = Diameter poros (mm)

I = Momen inersia polar (mm<sup>4</sup>)



**d. Bantalan**

Bantalan merupakan elemen mesin yang berfungsi sebagai penumpu

suatu poros yang berbeban dan berputar. Dengan adanya bantalan maka putaran dan gerakan bolak-balik berlangsung secara halus, aman dan tahan lama.

Bantalan harus mempunyai ketahanan terhadap getaran maupun hentakan. Jika suatu sistem menggunakan konstruksi bantalan, sedangkan bantalannya tidak berfungsi baik, maka seluruh sistem akan menurun prestasinya. ( **arif firdausi mekanika dan elmes : 2013**).

Umur nominal L 90% dari jumlah sampel, setelah berputar satu juta putaran, tidak akan memperlihatkan kerusakan karena kelelahan gelinding dapat ditentukan dengan persamaan. Jika C (kg) menyatakan beban nominal dinamis spesifik dan P (kg) beban ekivalen dinamis, maka faktor kecepatan fn dapat dicari dengan persamaan (**Sularso, perencanaan elemen mesin 1997**) :

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/2} \dots\dots\dots(2.21)$$

Sumber : Sularso, perencanaan elemen mesin 1997

Selanjutnya dapat dihitung pula faktor umur dan umur nominal bantalan dengan persamaan.

$$f_h = f_n \frac{C}{P} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$f_h = 500 (f_n)^{10/3} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$L_h = 500 \cdot (f_h)^3 \dots\dots\dots(2.24)$$

**Sumber : Sularso, perencanaan elemen mesin 1997 :**

Dimana :

F<sub>h</sub> = Faktor umur

L<sub>h</sub> = Umur bantalan (jam)

C = Kapasitas nominal dinamis spesifik (kg)

### **2.2.11 Komponen Alat Uji fatik**

#### **a. Rangka Alat Uji fatik**

Rangka atau chasis berfungsi sebagai dudukan dan pengikat komponen-komponen seperti; motor listrik, bantalan, counter hours, tombol swith on/off, limit switch on/off dan lainnya. Rangka atau chasis alat uji Fatik(fatigue testing) ini terbuat dari baja karbon yang dijual

dipasaran kota Meulaboh dan sekitarnya berprofil segiempat (5 x 5 mm) dan ukuran rangkaalat uji fatik panjang 100 cm lebar 50 cm tinggi 80 cm. Kontruksi rangka seperti terlihat pada gambar 3.2.

**b. Motor Listrik**

Motor listrik berfungsi sebagai sumber penggerak utama poros. Motor listrik yang digunakan adalah jenis motor listrik putaran tinggi 2.800 Rpm 1 Hp 50 Hz.

**c. Poros**

Poros merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi meneruskan putaran motor atau juga meneruskan daya. Dalam suatu komponen mesin poros merupakan salah satu elemen yang sangat penting guna memindahkan putaran dari mesin ke sistem. Poros ini mendapat beban puntir murni dan tegangan lentur. Material poros yang digunakan adalah jenis baja karbon sedang yang dijual dipasaran kota Surabaya dan sekitarnya dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 30 cm dan berfungsi untuk

meneruskan putaran dari motor listrik ke collet dan spesimen uji. Pada bagian ujung poros di bubut dan di sesuaikan dengan diameter kopling penghubung poros motor listrik dan collet.

**d. Collet**

Collet digunakan sebagai alat bantu untuk memegang spesimen uji Fatik, collet yang sesuai untuk digunakan dalam pembuatan alat uji cantilever rotating bending ini adalah jenis spring collet chuck dengan diameter collet disesuaikan dengan standar diameter spesimen uji Fatik yaitu diameter 12 mm. Jenis collet yang digunakan pada rancangan alat uji fatik.

**e. Bantalan dan rumah bantalan**

Bantalan merupakan komponen mesin yang berfungsi untuk menumpunya poros yang diberi putaran dan beban bending, dengan demikian putaran mesin dapat bergerak dengan baik. Adapun jenis bantalan yang digunakan pada rancangan alat uji cantilever rotary bending ini

adalah jenis batalan glinding dengan diameter dalam 16 mm dan diameter luar 30 mm.

**f. Counter hours**

Berfungsi sebagai penghitung waktu, perhitungan (start awal) dilakukan pada saat awal motor listrik bekerja dan berhenti pada saat motor listrik berhenti (stop). Counter Hours akan mencatat berapa jumlah waktu yang terjadi pada saat pengujian dilakukan hingga spesimen patah.

**g. Pemutus arus listrik**

Limit Switch berfungsi sebagai pemutusnya arus listrik pada motor listrik dan menghentikan pencatatan pada counter hours dan ini terjadi apabila specimen patah dan bagian batang penyangga beban menekan tombol limit switch.

**h. Pemberat / beban**

Pemberat/beban terbuat dari besi pejal dan dibubut berbentuk lingkaran pada bagian tengahnya di bor dengan ukuran diameter 10 mm, dan lubang tengah ini berfungsi untuk

pengikat beban ke batang penyangga beban. Beban direncanakan berjumlah 5 buah (total berat 29 Kg) dengan dimensi dan berat seperti ditunjukkan pada tabel 2.4.

No	Berat kg	Buah
1	1 kg	6 buah
2	4 kg	3 buah
3	5.5 kg	2 buah
<b>Jumlah total</b>	<b>29 kg</b>	<b>11 buah</b>

Tabel 2.4 tabel pemberat

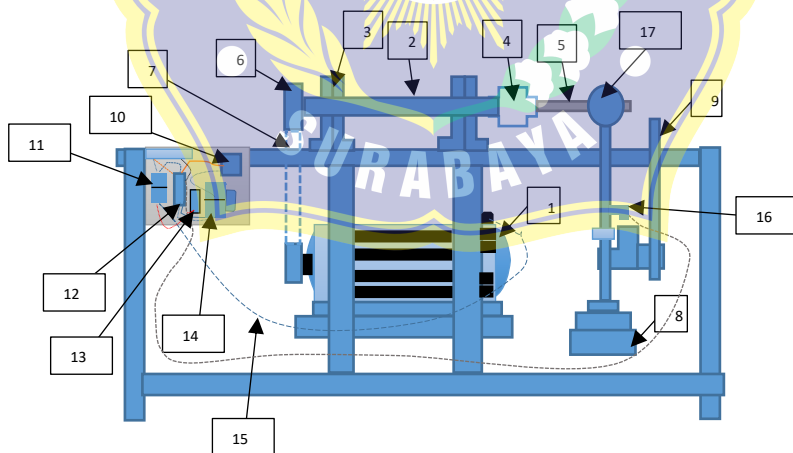
#### **i. Koneksi elektrik**

Koneksi elektrik terhubung dengan menggunakan 2 buah tombol on/off dimana tombol on/off utama berfungsi untuk start awal menghidupkan motor listrik dan counter hours sedangkan tombol on/off kedua (limit switch) berfungsi untuk mematikan motor listrik dan menghentikan perhitungan waktu pada counter hours, diagram koneksi elektrik.



## 2.2.12 Perakitan Alat Uji Fatik Tipe Cantilever Rotary Bending

Perakitan Alat Uji Fatik Tipe Cantilever Rotary Bending dilakukan dengan beberapa tahap mulai pemasangan motor listrik, pemasangan poros penghubung, collet, bantalan grinding, counter hours, switch on/off, limit switch, penyangga beban pemberat dan pemasangan jaringan elektrik, hingga finising dengan pengecatan bagian-bagian rangka dan bodi, seperti terlihat pada gambar



Gambar 2.3 perakitan alat uji fatik contiliver rotating bending

## Keterangan

1. Motor listrik
2. Poros baja ST 41
3. Bantalan poros
4. Collet chuk
5. Spesiemen
6. Puli tipe v
7. V-belt tipe v
8. Beban
9. Tuas penyetel beban
10. Counter hours
11. Saklar ON – OFF
12. Relay
13. NCB 10 A
14. Penghambat putaran Motor
15. Instalasi listrik
16. Pemutus listrik
17. Bearing

