

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Charis Sonny Harsono (2006), Pada Penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis, mekanis dan karakteristik kekuatan fatik pada paduan aluminium tuang, baik yang material dasar (*raw material*) ataupun material yang sudah mengalami proses *remelting*.

Bahan yang digunakan adalah sekrap aluminium terpilih dari pelek mobil atau motor bekas. Bahan dilebur dan dituang dengan suhu 725°C dengan cetakan logam, kemudian dibuat spesimen standar ASTM E.8 untuk pengujian tarik dan JIZ Z2201 No.14 A untuk pengujian *fatigue*. *Remelting* dilakukan setelah material dasar (*raw material*) dibuat dengan kondisi penuangan yang sama. Pengujian fatik dilakukan dengan menggunakan 2 variasi bahan, yaitu material dasar (*raw material*) dan paduan aluminium setelah mengalami proses *remelting*. Pengujian *fatigue* dilakukan dengan menggunakan tegangan yang sama pada masing-masing jenis kelompok spesimen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *remelting* mengakibatkan terjadinya perubahan sifat fisis paduan aluminium yang ditandai dengan bertambahnya porositas pada struktur mikro tetapi relatif tidak mengubah komposisi kimia. *Remelting* mempengaruhi sifat mekanis paduan aluminium, yaitu terdapat penurunan kekerasan (*raw material* = 59,06 BHN dan *remelting* = 58,1 BHN), penurunan kekerasan ini sebesar 1,62 %. *Remelting* juga mengakibatkan penurunan terhadap siklus (N) *fatigue raw material* dengan persamaan $S = 476,6 \text{ EMBED Equation.3}$ setelah dilakukan *remelting* persamaannya menjadi $S=409,26 \text{ EMBED Equation.3}$

Jika hal ini dilakukan pada level tegangan tinggi sebesar 103,488 MPa yang sama antara *raw material* dan paduan aluminium setelah dilakukan proses *remelting*, maka terjadi penurunan siklus (N) sebanyak 19,8 %. Sedangkan pengujian tarik dilakukan hanya untuk mendapatkan besarnya tegangan yang diperlukan untuk penentuan beban pada pengujian *fatigue*, besaran itu adalah 143,76 Mpa.

Bambang Pratowo Novran Apriansyah (2016), Pada penelitian ini adalah Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe *Rotary Bending Fatigue* atau kelelahan adalah kerusakan material yang diakibatkan oleh adanya tegangan yang berfluktuasi yang besarnya lebih kecil dari tegangan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*). Akibat beban yang berulang-ulang (tegangan atau regangan) dalam jangka waktu lama dapat merubah struktur material sehingga terjadi retak (*crack*) ataupun patah. Patah lelah diawali dengan tumbuhnya inti retak akibat pergerakan dislokasi siklik, dilanjutkan dengan perkembangan menjadi *microcrack* yang kemudian tumbuh menjadi *macrocrack* dan selanjutnya berkembang (propagasi) hingga terjadi patah lelah.

Uji lelah dilakukan terhadap baja karbon rendah SC10 tanpa mendapatkan perlakuan panas. Pengujian dilakukan sebanyak empat kali dengan variasi pembebanan 40 %, 50 %, 60 %, 70 % dari *ultimate tensile stress* material. Spesimen yang digunakan adalah berdasarkan standar ASTM E466. Pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan mesin bubut. Uji lelah dilakukan dengan menggunakan mesin uji *fatigue* tipe *rotary bending*.

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh siklus patah pada masing-masing variasi pembebanan semangkin besar beban yang diberikan semangkin kecil siklus yang terjadi dan sebaliknya. Pembebanan 40%

dari *ultimate tensile stress* diperoleh 112.252 siklus sedangkan pada pengujian 70% dari *ultimate tensile stress* diperoleh 35.196 siklus. Siklus patah disajikan dalam bentuk kurva S-N.

2.2 Teori Pendukung Penelitian

2.2.1 Karakteristik Alluminium 6061

Dari sekian banyak logam yang potensial, Komposit Matrik Logam (MMCs) paduan Al 6061 (tersusun atas Al, Mg, Si, Cr, Cu) telah menjadi obyek dari banyak riset, terutama oleh keringannya, murah dan kemudahan untuk difabrikasi (**Schwartz, Mel M, 1992**). Al 6061 memiliki ketahanan korosi yang tinggi, kerana logam ini sangat reaktif, karena terbentuk lapisan oksida tipis pada permukaannya, sehingga jika bersentuhan dengan udara dan lapisan ini terkelupas maka akan segera terbentuk lapisan baru.

Al 6061 mempunyai titik cair (*melting point*) 660°C , kekuatan tarik 12,6 kgf/mm, berat jenis (*density*) $2,70\text{ g/cm}^3$, ekspansi thermal (*linier coefficient of thermal*) $13,1 \cdot 10^{-6}\text{ in/in/}^{\circ}\text{F}$ dan *thermal conductivity* pada 25°C , $23\text{ w/cm}^{\circ}\text{C}$ (**Schwartz. Mel M, 1992**).

Tabel 2.1 Unsur yang terkandung dalam Aluminium seri 6061 (Sumber: ASM metal hand book volume 2: 1995)

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

Dengan sifat-sifat Al 6061 yang menguntungkan tersebut membuat Al 6061 banyak digunakan dalam berbagai Industri. Sifat-sifat mekanik Al 6061 dapat ditingkatkan dengan penambahan unsur-unsur paduan proses perlakuan panas dan proses pengerjaan dingin.

Keuntungan Al 6061 adalah:

1. Ketangguhan sangat tinggi (kekuatan tarik 12,6 kgf/mm²)
2. Titik cair rendah (660°C)
3. Ringan (berat jenis 2,70 gr/cm³)
4. Tahan terhadap korosi
5. Mudah difabrikasi / dibentuk
6. Mudah didapat / diperoleh

2.2.2 Tegangan Lentur

Pengintian pertumbuhan retakan dan penampilan permukaan dari perpatahan tergantung pada bentuk benda uji dan jenis pembebanan yang ada. Pada pengujian *Fatigue 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 *Fatigue Cantilever Rotary Bending* (Sumber : K.K. Alaneme, 2011)

2.2.3 Fatigue

Fatigue atau kelelahan adalah kerusakan material yang diakibatkan oleh adanya tegangan yang berfluktuasi yang besarnya lebih kecil dari tegangan

tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) maupun tegangan luluh (*yield*) material yang diberikan beban konstan.

Terdapat tiga fase dalam perpatahan fatik yaitu:

1. Permulaan Retak (*crack initiation*)

Biasanya terjadi di permukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadi konsentrasi tegangan di permukaan.

2. Perambatan Retak (*crack propagation*)

Siklus total yang mengakibatkan kegagalan patahan adalah penjumlahan siklus yang menyebabkan retakan awal dan perambatan fasenya. *Initiation crack* ini tumbuh menjadi *microcracks*. Perpaduan atau perambatan *microcracks* ini lalu menjadi *macrocracks* yang kemudian berujung pada kegagalan.

3. Perpatahan akhir (*fracture failure*)

Perpatahan akhir merupakan pembebanan terhadap struktur yang mencapai proses akhir, yang mengakibatkan struktur mengalami kegagalan. Saat perjalanan retak dimulai, maka akan terjadi pengurangan bagian pada penampang. Hingga terciptalah kondisi dimana tidak mempunya penampang tersebut menahan beban.

Karakteristik kelelahan logam dibagi menjadi dua yaitu:

a. Karakteristik makro

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

b. Karakteristik mikro

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

2.2.4 Persamaan perhitungan fatigue

Dari hasil pengujian ini akan diperoleh informasi mengenai kekuatan Fatik dari bahan, dan pada benda uji yang berputar diberikan beban di ujung spesimen maka akan terjadi momen lentur sebesar (M). Tegangan lentur yang terjadi pada permukaan bahan dapat ditentukan dengan menggunakan momen inersia dan jarak melintang benda uji dengan persamaan sebagai berikut:

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

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

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

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

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

Sumber : Dieter 1991

Keterangan:

σ = Tegangan lentur (kg/cm^2)

M = Momen Lentur (Kg.cm)

y = jarak dari titik pusat ke permukaan spesimen (cm)

d = Diameter benda uji (cm)

I = *Momen Inersia* (cm^4)

W = Beban yang digunakan (kg)

L = Jarak antara beban dan titik area pengujian (cm)

2.2.5 Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Lelah

Ada beberapa faktor yang cenderung mempengaruhi kondisi kelelahan pada pengujian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor kelembaban lingkungan

Kekuatan lelah sangat dipengaruhi oleh faktor kelembaban lingkungan ini sebagaimana penelitian oleh **(Haftirman, 1995)** mengatakan jika kelembaban relatif 70% sampai 80%, maka pada permukaan benda uji terbentuk retakan dan pit korosi yang disebabkan oleh lingkungan dengan kelembaban tinggi yang berakibat bertambah cepatnya terjadi kegagalan.

2. Faktor pembebanan

Faktor ini sangat berpengaruh pada kekuatan lelah sebagaimana penelitian oleh **(Ogawa, 1989)** mengatakan bahwa pemberian tipe pembebanan aksial dan pembebanan lentur putar pada baja S45S mempunyai hasil akhir yang berbeda, dimana dengan pembebanan lentur putar pada baja S45S memiliki kekuatan lelah yang lebih tinggi dari baja yang menerima pembebanan aksial.

3. Faktor putaran

Faktor putaran sangatlah berpengaruh pada kekuatan lelah seperti yang sudah diteliti **(Iwamoto, 1989)** bahwa putaran 750 rpm sampai dengan 1500 rpm memiliki nilai kekuatan lelah yang tidak jauh berbeda, namun jika dengan putaran 50 rpm sangat berpengaruh pada penurunan kekuatan lelah yang jauh lebih besar dari putaran 750 rpm dan 1500 rpm, dengan kesimpulan bahwa kekuatan lelah tidak berpengaruh secara signifikan pada saat putaran berada pada 750 rpm sampai dengan 1500 rpm.

4. Faktor suhu

Suhu yang bisa menaikkan *konduktifitas elektrolit* dilingkungan sangat berpengaruh pada kekuatan

lelah karena bisa mempercepat proses *oksidasi*. Pengujian pada suhu 40°C retakan yang terjadi memanjang dibandingkan dengan suhu 20°C dengan retakan yang halus pada *spesimen*, karena suhu yang tinggi mengakibatkan terjadinya molekul air yang terbentuk mengecil di permukaan benda uji.

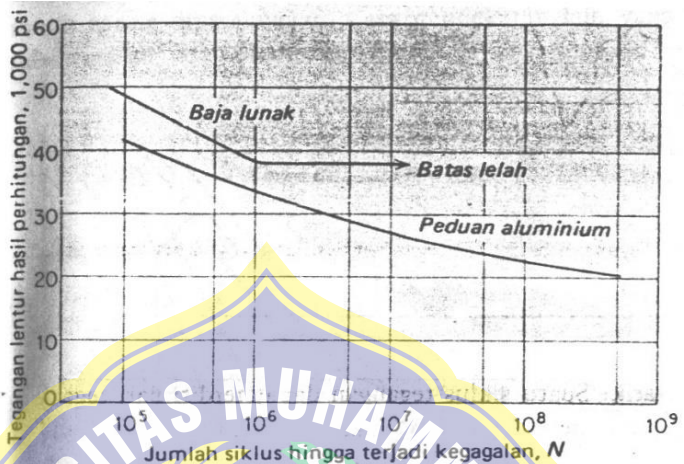
5. Faktor tegangan sisa

Terjadinya faktor ini disebabkan karena pembuatan spesimen yang tidak rata, oleh karenanya pada saat melakukan pembuatan sebaiknya menggunakan pahat yang halus agar nantinya tidak menimbulkan tegangan sisa maupun tegangan lentur pada spesimen.

2.2.6 Kurva S-N

Metode dasar untuk penyajian data kelelahan rekayasa adalah menggunakan kurva S-N, yaitu pemetaan tegangan (S) terhadap jumlah siklus hingga terjadi kegagalan (N). Nilai tegangan yang diplot dapat berupa nilai tegangan maksimum, minimum atau nilai rata-rata. Harga tegangan biasanya adalah tegangan nominal, yang paling banyak cara penentuan sifat-sifat Fatigue material dibuat dalam lenturan balik penuh, dimana tegangan rata-ratanya bernilai nol. [5,6,7]

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*).

2.2.7 Komponen Utama Mesin Uji Lelah tipe *Cantilever Rotating Bending*

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

a. Motor Listrik

Motor listrik berfungsi sebagai sumber penggerak utama poros. Daya motor yang diperlukan dapat

ditentukan dengan persamaan 2.6 dan 2.7
Perhitungan daya motor (Sularso, 1997) :

$$P = F \cdot r \cdot \omega \quad (2.6)$$

$$P_d = f_c \cdot p \quad (2.7)$$

Keterangan:

P = Daya yang ditransmisikan (HP)

P_d = Daya direncanakan (HP)

n = Putaran motor (rpm)

F = Gaya yang terjadi pada poros

r = Jari-jari poros

Tabel 2.2 Faktor-Faktor Daya Yang Akan Ditransmisikan, f_c (Sumber : Sularso, 1997)

Daya yang ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1.2 – 2.0
Daya maksimum yang diperlukan	0.8 – 1.2
Daya normal	1.0 – 1.5

b. Pulley dan V- belt

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

❖ Kecepatan sabuk 1

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

❖ Kecepatan sabuk 2

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

❖ Kecepatan rasio puli

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

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

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

❖ Panjang Sabuk

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

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

α = sudut kontak antara puli 1 dan 2

c. Poros

Poros merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi meneruskan putaran motor atau juga meneruskan daya (Sularso, 1997). 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, daya yang ditransmisikan ke poros terlebih dahulu melalui puli dan sabuk. Untuk menentukan faktor keamanan bahan poros pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Faktor Keamanan Poros (Sumber : sularso, 1997)

faktor keamanan	
Sf_1	6,0 1,3 sampai
Sf_2	3,0

untuk bahan s-c dengan pengaruh masa, dan baja paduan poros dibuat alur pasak atau bertanga

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_B}{Sf_1 x Sf_2} \quad (2.14)$$

Keterangan:

τ_{α} = Tegangan geser izin (kg/mm^2)

σ_B = Kekuatan tarik (kg/mm^2)

Sf_1 dan Sf_2 = Faktor keamanan

Tabel 2.4 Faktor Koreksi Poros (Sumber : Sularso, 1997)

	faktor koreksi	keterangan
K_m	1.5	pembebanan momen lentur yang tetap
	1.5 dan 2.0	Beban dengan tumbukan ringan
	2 dan 3	beban dengan tumbukan berat
K_t	1.0	jika beban dikenakan secara halus
	1.0 – 1.5	jika terjadi sedikit kejutan dan tumbukan
	1.5 – 3.0	jika terjadi kejutan dan tumbukan besar

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.

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

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

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

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

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2} \quad (2.17)$$

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2} \quad (2.18)$$

Dimana:

$$T = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad (2.19)$$

$$r = \frac{1}{2} d_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (2.20)$$

Sumber : *Perencanaan elemen mesin: Sularso*
1997

Keterangan:

τ = Tegangan geser (N/mm²)

I = Momen inersia (mm⁴)

P = Daya yang dibutuhkan (HP)

y = Jari-jari poros (mm)

T = Momen rencana poros (N.mm)

r = Jari-jari/ setengah diameter (mm)

l = Panjang poros (mm)

d = Diameter poros (mm)

I = Momen inersia polar (mm⁴)

d. Bantalan

Bantalan merupakan komponen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros yang diberi beban, dengan demikian putaran mesin dapat bergerak dengan baik. Secara umum bantalan diklasifikasikan menjadi dua yaitu, bantalan atas dasar gerakan bantalan terhadap poros dan atas dasar beban terhadap poros. Umur nominal L 90% dari jumlah sampel, setelah berputar satu juta putaran, tidak akan memperlihatkan kerusakan karena kelelahan gelinding dapat ditentukan

dengan persamaan 2.15. Jika C (kg) menyatakan beban nominal dinamis spesifik dan P (kg) *beban ekivalen dinamis*, maka faktor kecepatan f_n dapat dicari dengan persamaan (Sularso,1997):

$$f_n = \left(\frac{33.3}{n}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.21)$$

Sumber : Perencanaan elemen mesin: Sularso
1997

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

$$F_h = f_n \frac{C}{P} \quad (2.22)$$

$$F_h = 500 \left(\frac{f_n}{3}\right)^{\frac{10}{3}} \quad (2.23)$$

$$L_h = 500 \cdot (f_n)^3 \quad (2.24)$$

Sumber : Perencanaan elemen mesin: Sularso
1997

Keterangan:

F_h = Faktor umur

L_h = Umur bantalan (jam)

C = Kapasitas nominal dinamis spesifik (kg)

2.2.8 Komponen Alat Uji Fatigue

a. Rangka alat uji fatigue

Rangka atau chasis berfungsi sebagaiudukan dan pengikat komponen-komponen seperti; motor listrik, bantalan, counter hours, tombol *switich 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 Surabaya dan sekitarnya berprofil segiempat (5 x 5 mm) dan ukuran rangka alat uji *fatigue* panjang 100 cm lebar 50 cm tinggi 80 cm. Kontruksi rangka seperti terlihat pada gambar 2.3.

b. Motor Listrik

Motor listrik berfungsi sebagai sumber penggerak utama poros. Motor listrik yang digunakan adalah jenis motor induksi 1 phase dengan Rpm 2800, frekuensi 50 Hz, daya (1HP),(0,75HP),(0,5HP).

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 30 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 *Fatigue*, *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 *Fatigue* yaitu diameter 12 mm. Jenis *collet* yang digunakan pada rancangan alat uji *fatigue* diperlihatkan seperti gambar 2.3.

e. Bantalan dan rumah bantalan

Bantalan merupakan komponen mesin yang berfungsi untuk menumpu 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 Rotating Bending* ini adalah jenis bantalan glinding dengan diameter dalam 30 mm dan diameter luar 50 mm, gambar 2.3 dibawah ini memperlihatkan jenis bantalan dan rumah bantalan yang direncanakan dalam perancangan alat uji *Fatigue*.

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 spesimen 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 11 buah (total berat 29 Kg) dengan dimensi dan berat seperti ditunjukkan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 pembebanan

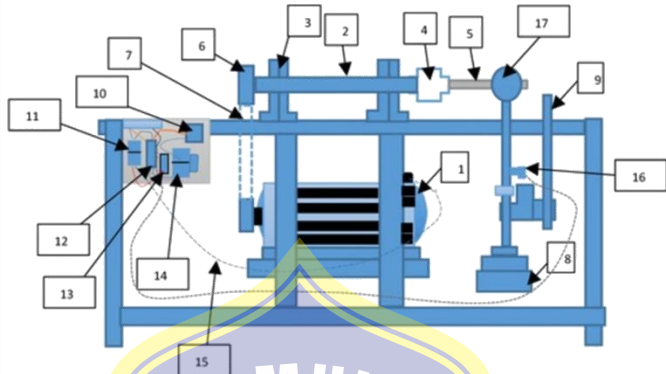
No	Berat Kg	Buah
1	1 Kg	6 buah
2	4 Kg	3 buah
3	5,5 Kg	2 buah
Jumlah total	29 Kg	11 buah

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*.

2.2.9 Perakitan alat uji fatigue tipe *Cantilever Rotating Bending*

Perakitan Alat Uji Fatigue 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 2.3



Gambar 2.3 Perakitan alat uji fatigue tipe *Cantilever Rotating Bending*.

Keterangan:

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