

## ***Kekuatan Lelah Baja Karbon dengan Lasan Alur Ganda V dan U***

**\*<sup>1</sup>Herdi Susanto, <sup>2</sup>Syurkarni Ali, <sup>3</sup>M Taufik dan <sup>4</sup>Firman Yulitda**  
*<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar*  
*\*Email: herdisusanto@utu.ac.id, charnie\_ali@yahoo.com*

### **Abstract**

The case studies in the field, especially in the districts of Aceh Barat, if the shaft has been used fracture, then largely reconnected by means of welded, through welding without considering the type of groove welds suitable for welded joints pivot, so that its power will be lower and the life of the shaft becomes shorter. This study aims to determine the type of groove welds suitable for metal welding carbon steels are used and sold in the market town of Meulaboh, and estimate the maximum load permitted to work on the shaft so that the expected life of the shaft becomes longer, and see the pattern of fractures that occur on the surface shaft. Testing is done for 3 specimens a double groove welds V, 3 specimens double groove U and without welds 6 specimens in accordance with ASTM E-466. The results showed that specimens with a double weld groove U have a better fatigue strength compared with the double-groove weld V. fatigue limit (endurance limit) 85.83 MPa carbon steel. The pattern of the specimen surface faulting on the double U groove weld area deformed by the signs of the beach (beach mark) towards the center of the surface of the specimen (weld center) fracture pattern on the specimen surface area double V groove welds undergo large deformations on the outskirts of surface spesimen.

**Keywords :** double-groove weld V, double-groove weld U, S-N Curve, Endurance limit, fracture pattern

### **I. PENDAHULUAN**

**K**egagalan mekanik telah menyebabkan banyak kerugian. Banyak buku dan artikel mendukung bahwa 50-90% kegagalan mekanik merupakan kegagalan lelah akibat beban berulang (Fuch dan Stephens, 1980), sehingga dalam merancang suatu struktur mekanik khususnya yang menerima beban dinamis harus memperhatikan faktor kelelahan. Oleh karena itu penelitian-penelitian tentang karakteristik kelelahan bahan dengan berbagai variasi beban dan perlakuan masih terus dilakukan [1,2,3]

Pada kasus rancang bangun suatu konstruksi mesin, selalu diperlukan sifat bahan dengan tujuan agar komponen yang dirancang dapat bekerja secara optimal, dan dapat memenuhi persyaratan fungsi dari konstruksi maupun kekuatannya dalam menerima beban. Sifat yang dikenal dengan kelelahan bahan, perlu diteliti karena sangat penting untuk menentukan umur konstruksi berdasarkan kelelahan [3,4,5]

Poros berfungsi untuk meneruskan tenaga baik berupa puntiran, torsi maupun bending dari suatu bagian ke bagian yang lain. Akibat beban tersebut poros mengalami pembebanan yang terus berulang. Akibatnya suatu poros sering mengalami kegagalan dalam operasinya [4,5,6].

Studi kasus dilapangan khususnya dalam kabupaten Aceh Barat, jika poros yang telah digunakan mengalami kegagalan patah, maka sebahagian besar disambung kembali dengan cara dilas, cara pengelasan tanpa mempertimbangkan jenis alur lasan yang sesuai untuk sambungan las poros, sehingga kekuatannya menjadi lebih rendah dan umur poros menjadi lebih pendek.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis alur lasan yang sesuai untuk pengelasan logam baja karbon yang sering digunakan dan dijual dipasaran kota Meulaboh, dan memperkirakan beban maksimum yang diizinkan bekerja pada poros tersebut sehingga diharapkan umur poros menjadi lebih panjang, serta melihat pola patahan yang terjadi pada permukaan poros. Pengujian dilakukan dengan menggunakan spesimen yang sesuai dengan standar pengujian ASTM E-466.

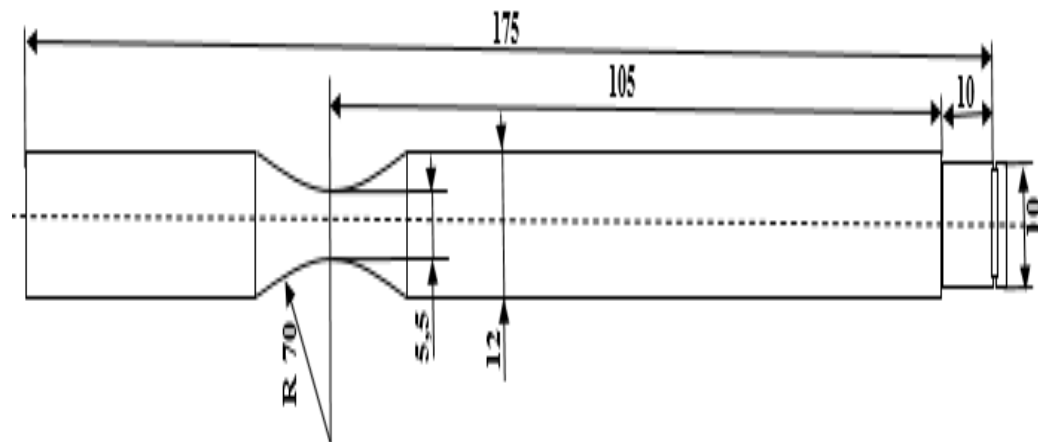
## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian di laksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar Meulaboh, dalam periode Juli sampai dengan Oktober 2014.

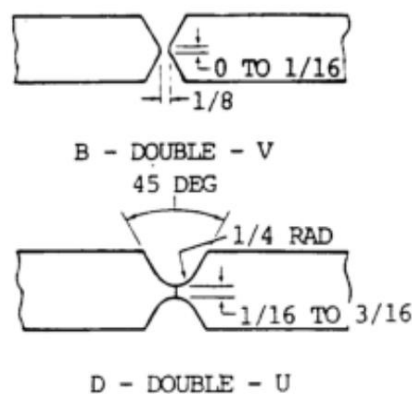
### 2.2. Bahan dan Ukuran Spesimen

Ukuran spesimen uji lelah (*fatigue testing*) untuk menghasilkan kurva S-N, berdasarkan rekomendasi dari mesin uji lelah dan ASTM E466 (*Continuous Radius*) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.[8]



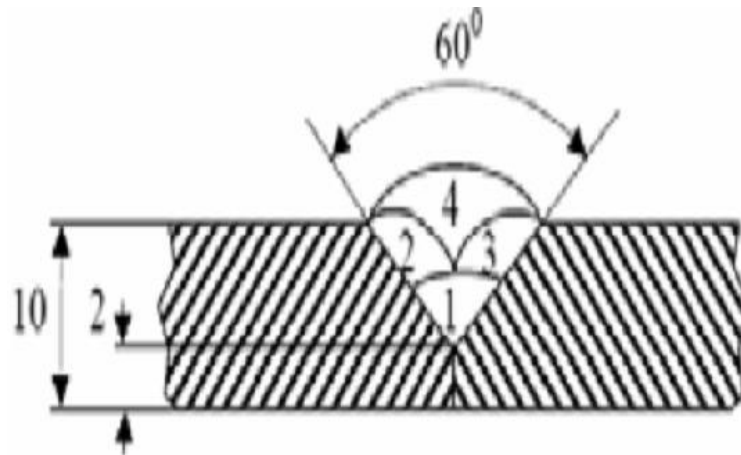
Gambar 1. Ukuran spesimen Uji lelah (*Continuous Radius*)

Pada area uji spesimen dipotong dengan menggunakan gerinda potong dan bagian ini dibuat alur, yaitu alur jenis ganda v sebanyak 3 buah dan alur jenis u sebanyak 3 buah. Jenis alur seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ukuran dan Jenis Alur Spesimen

Setelah alur kemudian spesimen dilas dengan kecepatan pengelasan konstan dan alur isian lasan dilakukan secara multi run deposit seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pengelasan multi run deposit

Setelah dilas, maka permukaan spesimen dibubut sesuai dengan ukuran dan dimensi spesimen seperti terlihat pada Gambar 1.

### 2.3. Peralatan Pengujian

#### 2.3.1. Alat Uji Lelah Tipe Cantilever Rotary Bending

Alat uji yang digunakan untuk mengetahui kekuatan lelah dari spesimen adalah Mesin uji lelah tipe *cantilever rotating bending* yang dilengkapi dengan, *counter* untuk mengetahui siklus lelah spesimen, pengatur beban bending pada spesimen, poros tempat spesimen berputar dan menerima pembebanan dengan spesifikasi alat uji kapasitas beban maksimum 10,5 Kg, daya motor 1 HP, Frekuensi 50 Hz dan putaran mesin 2850 rpm dan rasio tegangan  $R=-1$ , peralatan uji lelah yang digunakan dalam penelitian ini terlihat pada Gambar 4.[2]



Gambar 4. Mesin uji lelah tipe *cantilever rotating bending*

### **2.3.2. Mikroskop Optik**

Pola patahan spesimen hasil pengujian di dokumentasikan dalam bentuk foto menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 10 sampai dengan 100 kali. Bentuk fisik mikroskop optik terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mikroskop Optik

### **2.4. Pengujian Lelah Bahan**

Penelitian dilaksanakan pada lingkungan udara, sedangkan faktor putaran dan getaran dikurangi semaksimal mungkin dengan pemasangan spesimen uji *center* pada poros. Pengaruh faktor permukaan spesimen uji diminimalkan dengan proses *grinding* dan *polishing*. Untuk mendapatkan kurva S-N pada lingkungan udara laboratorium Pemberian beban dengan tingkat pembebanan 9 Kg, 7 Kg dan 5 Kg untuk masing-masing spesimen dengan alur yang berbeda pada putaran mesin konstan 2.850 rpm, jumlah siklus spesimen uji dihitung dengan menggunakan *counter hour* hingga spesimen patah dan didapatkan 3 titik pengukuran untuk spesimen dengan alur ganda V dan 3 titik pengukuran untuk spesimen dengan alur ganda U dalam lingkungan udara laboratorium (total 6 spesimen), jumlah spesimen dapat ditambah untuk mendapatkan data yang lebih akurat. [7,8].

### **2.5. Variabel yang Diamati**

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah hubungan beban terhadap siklus patah material. Data diolah dengan menggunakan program *excel* untuk mendapatkan hubungan pengaruh pembebanan terhadap siklus (Kurva S-N) pada lingkungan udara laboratorium

### **2.6. Analisa Perbandingan Kekuatan Lelah Alur Ganda V dan U**

Analisa perbandingan kekuatan lelah material poros yang digunakan dilakukan dengan membandingkan kurva S-N untuk pengelasan alur V dan U serta perbandingan terhadap kurva S-N material poros yang tidak mengalami pengelasan.

### 2.7. Pengamatan Pola Patahan

Patahan permukaan spesimen didokumentasikan dengan menggunakan mikroskop optik dan bentuk patahan permukaan dianalisa berdasarkan bentuk deformasi yang terjadi dipermukaan patahan spesimen.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan

Hasil pengujian kekerasan permukaan dari baja karbon dilakukan dengan sistem acak, tiga spesimen dipilih untuk dilakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan alat uji merk Leeb Hardness Tester Tipe HM-6560. Hasil pengujian kekerasan bahan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kekasaran permukaan

No. Urut	No. Spesimen	Harga Kekerasan Bahan (HRB)	Harga Kekerasan Bahan (HB)
01	01	67,7	106
02	03	68,3	107
03	05	69,9	110

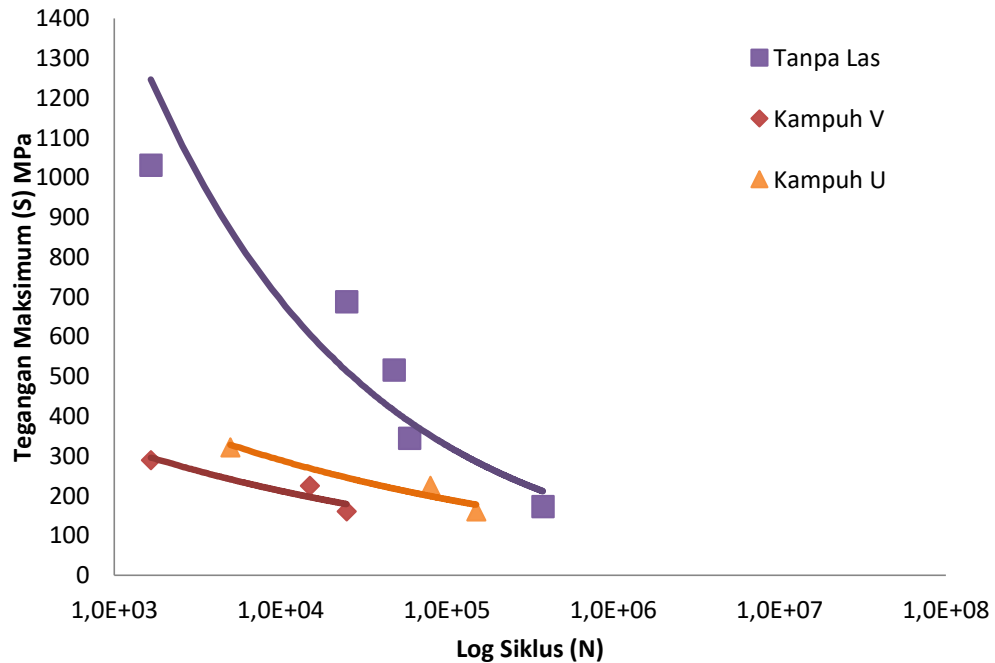
### 3.2. Hasil Pengujian Lelah

Penelitian terhadap kekuatan lelah baja karbon telah dilakukan pada lingkungan udara laboratorium, menggunakan mesin uji lelah tipe *cantilever rotating bending*. Hasil pengujian lelah di tampilkan dalam bentuk Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian lelah baja karbon kekerasan 107,6 HB pada lingkungan udara

No. Urut	No. Spesimen	Beban (Kgf)	Tegangan (MPa)	Jumlah Siklus (N)	Keterangan
01	01	6	1029,94	1653	Patah
02	02	4	686,62	24937,5	Patah
03	03	3	514,97	48193,5	Patah
04	04	2	343,31	59850,5	Patah
05	05	1	171,66	377387,5	Patah
06	06	0,5	85,83	10000015	Tidak Patah
07	07	9	288,26	1662,5	Alur dV
08	08	7	224,20	14962,5	Alur dV
09	09	5	160,15	24937,5	Alur dV
10	10	9	288,26	4987,5	Alur dU
11	11	7	224,20	79800	Alur dU
12	12	5	160,15	149625	Alur dU

Data tersebut diatas ditampilkan dalam bentuk kurva S-N sebagai mana ditunjukkan pada Gambar 6.

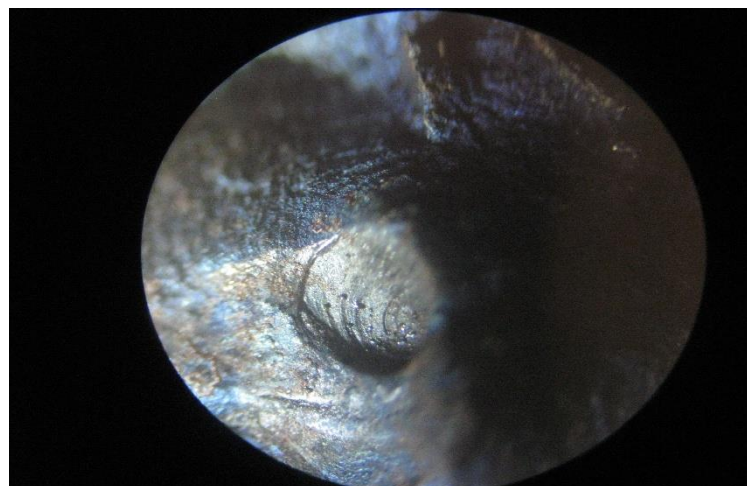


Gambar 6. Kurva S-N baja karbon kekerasan 107,6 HB di lingkungan udara

Gambar 3.1. menunjukkan kurva S-N dari baja karbon dengan kekerasan 107,6 HB, terlihat bahwa garis kurva pada lingkungan udara menunjukkan bahwa kekuatan lelah untuk alur lasan ganda U memiliki nilai kekuatan lelah lebih tinggi jika dibandingkan dengan alur lasan ganda V. Baja karbon tanpa lasan menunjukkan bahwa garis kurva pada lingkungan udara laboratorium dengan batas lelah (*endurance limit*) 85,83 MPa.

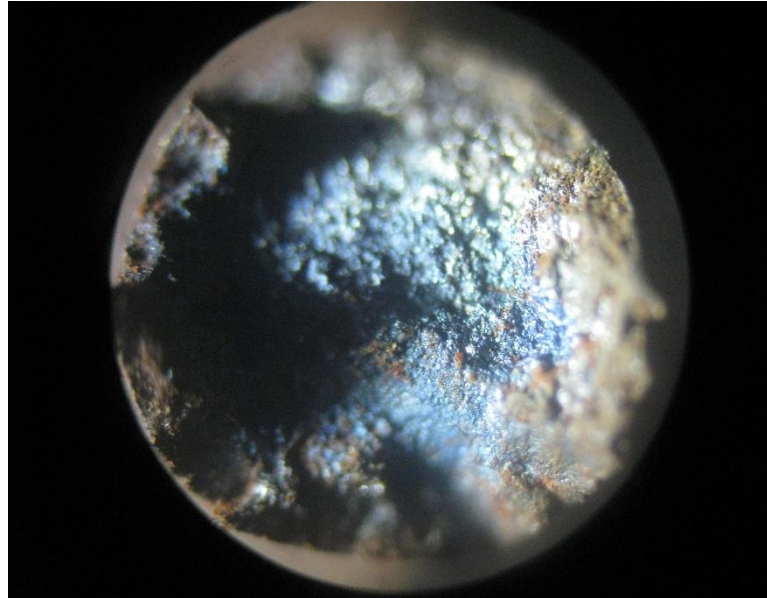
### 3.4. Pengamatan Pola Patahan Spesimen

Baja karbon kekerasan 107,6 HB yang mengalami pengelasan dengan alur ganda U dalam lingkungan udara jika mengalami beban lelah, menunjukkan pola patahan yang berbeda, seperti ditunjukkan pada Gambar 7, pengamatan pola patahan dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 10 x.



Gambar 7. Pola patahan spesimen dengan beban 160,5 Mpa alur lasan ganda U

Gambar 3.2. menunjukkan bahwa pola patahan spesimen baja karbon dengan nilai kekerasan 107,6 HB dengan pembebanan yang diberikan sebesar 160,5 Mpa, dimana dari permukaan patahan spesimen terlihat bahwa permukaan spesimen pada daerah lasan terjadi deformasi dengan tanda-tanda pantai (beach mark) menuju pusat permukaan spesimen (pusat lasan)



Gambar 8. Pola patahan spesimen dengan beban 160,5 Mpa alur lasan ganda V

Gambar 8. memperlihatkan pola patahan spesimen alur lasan ganda V dengan beban 160,5 Mpa dimana permukaannya mengalami deformasi besar pada daerah pinggiran permukaan spesimen dan semakin kepusat permukaan spesimen deformasi semakin kecil.

#### **IV. KESIMPULAN**

##### **4.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan :

- 1) Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen dengan alur lasan ganda U memiliki kekuatan lelah dalam lingkungan udara memiliki lebih baik jika dibandingkan dengan alur lasan ganda V.
- 2) Pola patahan permukaan spesimen pada daerah lasan alur ganda U terjadi deformasi dengan tanda-tanda pantai (beach mark) menuju pusat permukaan spesimen (pusat lasan)
- 3) Pola patahan permukaan spesimen pada daerah lasan alur ganda v mengalami deformasi besar pada daerah pinggiran permukaan spesimen.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. ASM *Handbook* Vol 19, 1997, *Fatigue and Fracture*, ASM International
- [2]. Julie A. Bannantine et. al, 1990, *Fundamental of Metal Fatigue Analysis*, Prentice-Hall, New Jersey.
- [3]. Jaap Schijve, 2009, *Fatigue of Structures and Materials*, Springer Science, Netherlands.
- [4]. Sarjito dkk, 2013, *Analisa Kekuatan Putir, Lentur Putar dan Kekerasan Baja ST 60 Untuk Poros Propeler Setelah Di Quencing*, Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [5]. Teguh Sugiarto dkk, 2013, Analisis Uji Ketahanan Lelah Baja Karbon Sedang AISI 1045 Dengan Heat Treatment Dengan Menggunakan Alat Rotary Bending, *Jurnal FEMA*. Vol. 1 Nomor 3
- [6]. Calaletin Karaagac, 2002, Fracture And Fatigue Analysis Of An Agitator Shaft With A Circumferential Notch, *Tesis*, Dokuz Eylul University.
- [7]. Herdi Susanto, 2012, Perilaku Kekuatan Lelah Baja Tahan Karat AISI 304 dalam Lingkungan Air Laut Buatan, *Tesis*, Pasca Sarjana Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
- [8]. ASTM E 466 – 96, *Standard Practice for Conducting Force Controlled Constant Amplitude Axial Fatigue Tests of Metallic Materials*.
- [9]. Harsono Wiryosumarto & Toshie Okumura, 1996, *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta