

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK PERMUKAAN PATAH DAN  
KETAHANAN LELAH PADA MATERIAL BEJANA  
TEKAN BAJA ASTM A36**



**IKBAL AZHARI**

**03051281823050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK PERMUKAAN PATAH DAN  
KETAHANAN LELAH PADA MATERIAL BEJANA  
TEKAN BAJA ASTM A36**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH**

**IKBAL AZHARI**

**03051281823050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**KARAKTERISTIK PERMUKAAN PATAH DAN  
KETAHANAN LELAH PADA MATERIAL BEJANA TEKAN  
BAJA ASTM A36**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**OLEH:**

**IKBAL AZHARI**

**03051281823050**

Indralaya, Juli 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



**Dr. Ir. Hendri Chandra, MT.**

**NIP. 196004071990031003**

Mengetahui,


  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Irsyadi Yan, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP. 197112251997021001**



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 098/TM/AK/2023  
Diterima Tanggal : 29-9-2023  
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : Ikbal Azhari  
NIM : 03051281823050  
JURUSAN : Teknik Mesin  
JUDUL SKRIPSI : KARAKTERISTIK PERMUKAAN PATAH DAN  
KETAHANAN LELAH PADA MATERIAL  
BEJANA TEKAN BAJA ASTM A36  
DIBUAT TANGGAL :  
SELESAI TANGGAL : 27 Juli 2023

Indralaya, Juli 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



Dr. Ir. Hendri Chandra, MT.  
NIP. 196004071990031003

Mengetahui,

  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001



## HALAMAN PERSETUJUAN

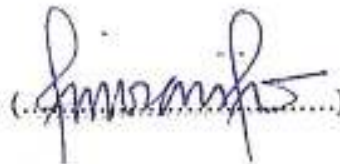
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "KARAKTERISTIK PERMUKAAN PATAH DAN KETAHANAN LELAH PADA MATERIAL BEJANA TEKAN BAJA ASTM A36" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Juli 2023.

Indralaya, 20 Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi:


Ketua Penguji:

Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197909272003121004

()

Sekretaris:

Gunawan, S.T., M.T.  
NIP. 197705072001121001

()

Penguji:

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001

()

Mengetahui,  
  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi

()

Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T.  
NIP. 196004071990031003









## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ikbal Azhari

NIM : 03051281823050

Judul : KARAKTERISTIK PERMUKAAN PATAH DAN  
KETAHANAN LELAH PADA MATERIAL BEJANA TEKAN  
BAJA ASTM A36

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Juli 2023



**Ikbal Azhari**

**NIM. 03051281823050**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Karakteristik Permukaan Patah Dan Ketahanan Lelah Pada Material Bejana Tekan Baja Astm A36”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada:

1. Ibu Mardiana dan Ayah Buhori serta Saudari Sri Kurniati, keluarga yang selalu memberikan dukungan kepada penulis, baik itu moral maupun materi, serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyusun skripsi ini.
2. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi dan Pembimbing Akademik yang telah membimbing, mendidik, serta selalu memotivasi saya hingga skripsi ini selesai.
3. Ketua jurusan, dosen-dosen, dan jajaran staf dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam hal pembelajaran khususnya bagi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Indralaya, Juli 2023



**Ikbal Azhari**

**NIM. 03051281823050**

## RINGKASAN

### KARAKTERISTIK PERMUKAAN PATAH DAN KETAHANAN LELAH PADA MATERIAL BEJANA TEKAN BAJA ASTM A36

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2023

Ikbal Azhari, dibimbing oleh Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T

xxvii+40 Halaman, 7 tabel, 15 gambar, 5 lampiran

#### RINGKASAN

Bejana tekan merupakan salah satu peralatan yang digunakan pada industri sebagai penampung fluida bertekanan seperti halnya bahan kimia, minyak maupun gas. Bejana tekan menerima beban internal dan eksternal, perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar mengakibatkan tegangan pada dinding (*shell*) bejana yang meningkat seiring dengan selisih tekanan dan jari-jari dari bejana tersebut. Fluida atau bahan kimia didalam bejana tekan akan sangat berbahaya untuk lingkungan sekitar serta keselamatan pekerja disaat terjadi kegagalan, oleh sebab itu dalam pembuatan berdasarkan pedoman (ASME, 2019) untuk kode dan standar teknis bejana tekan. Baja ASTM A36 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah yang digunakan untuk pembuatan bejana tekan ber dinding tipis dalam bidang industri seperti minyak, gas atau bahan kimia. Baja ini memiliki kekuatan tarik dan kekuatan luluh yang baik, sehingga dapat menahan beban dan tekanan yang tinggi. namun tetap memiliki batasan dalam ketahanan lelahnya. Tujuan penelitian ini adalah memahami karakteristik permukaan patah dan ketahanan lelah pada material bejana tekan baja ASTM A36. Pengujian ketahanan lelah yang dilakukan adalah *fatigue repeated bending* dengan variasi sudut pengujian sebesar 4°, 8°, 11° dan 13° tanpa perlakuan dan kemudian diamati struktur permukaan patah hasil pengujian dengan *Scanning electron microscopy* (SEM). Berdasarkan hasil perhitungan siklus dan tegangan pengujian *fatigue*, sudut pengujian berbanding lurus dengan tegangan dan

berbanding terbalik dengan jumlah siklus, yang berarti semakin besar sudut pengujian maka jumlah siklus akan semakin kecil, hal ini dapat terlihat pada tabel 4.2 data hasil pengujian *fatigue* baja ASTM A36. pada sudut pengujian 4° menghasilkan jumlah siklus yang paling besar yaitu 1490200 siklus dengan tegangan pengujian terkecil yaitu 62,77 MPa dalam waktu 29804 detik. Pada sudut pengujian 8° menghasilkan jumlah siklus sebesar 400050 siklus dengan tegangan sebesar 125,54 MPa dalam waktu 8001 detik. Pada sudut pengujian 11° menghasilkan jumlah siklus sebesar 234200 siklus dengan tegangan sebesar 172,62 MPa dalam waktu 4684 detik. Pada sudut pengujian 13° menghasilkan jumlah siklus yang paling kecil yaitu 9900 siklus dengan tegangan pengujian terbesar yaitu 204,01 MPa dalam waktu 1980 detik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban siklus yang dialami oleh struktur atau komponen maka akan semakin cepat material tersebut mengalami kegagalan akibat *fatigue*. Hasil pengamatan makro daerah *beachmark* atau perambatan retak cencerung lebih luas pada sudut pengujian terkecil (4°) dan lebih sempit pada sudut pengujian terbesar (13°), sudut berbanding lurus terhadap tegangan kerja yang artinya semakin kecil sudut atau tegangan pengujian maka area perambatan retak akan semakin luas dan sebaliknya. Hasil pengamatan metalografi baja ASTM A36 menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk adalah *ferrite-pearlite*, diperoleh nilai fraksi *ferrite* adalah 77,42 % dan fraksi *pearlite* adalah 22,58 %. Hasil SEM permukaan patah sudut pengujian 4° dan 13° baja ASTM A36 terlihat adanya striasi dan *microvoid coalescence* serta perambatan retak yang menunjukkan bahwa kegagalan akibat *fatigue* yang terjadi adalah *fatigue fracture*.

**Kata kunci** : bejana tekan, baja ASTM A36, *fatigue*, *scanning electron microscopy* (SEM).

## SUMMARY

### FRACTURE SURFACE CHARACTERISTICS AND *FATIGUE RESISTANCE* IN ASTM A36 STEEL *PRESSURE VESSEL* MATERIAL

Scientific writing in the form of a thesis, Juli 2023

Ikbal Azhari, supervised by Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T

xxvii+ 40 Pages, 7 tables, 15 figures, 5 attachment

#### SUMMARY

*Pressure vessel* is one of the equipment used in industry as a container for pressurized fluids such as chemicals, oil or gas. The *pressure vessel* receives internal and external loads, the difference in pressure between the inside and outside causes the *stress* on the *vessel's shell* to increase along with the difference in *pressure* and the radius of the *vessel*. Fluid or chemicals in *pressure vessels* will be very dangerous for the surrounding environment and worker safety when a failure occurs, therefore it is made based on guidelines (ASME, 2019) for *pressure vessel* technical codes and standards. ASTM A36 steel is a type of low carbon steel used for the manufacture of *thin-walled pressure vessels* in industries such as oil, gas or chemicals. This steel has good tensile strength and yield strength, so it can withstand high loads and pressures. but still has limitations in *fatigue resistance*. The purpose of this study was to understand the *fracture characteristics* and *fatigue resistance* of ASTM A36 steel *pressure vessel* materials. The *fatigue resistance* test was carried out using *fatigue repeated bending* with a variation of the test angle of 4°, 8°, 11°, and 13° without treatment and then the *fracture surface* structure was observed using *Scanning electron microscopy* (SEM). Based on the results of the calculation of *fatigue testing cycles* and *stresses*, the testing angle is directly proportional to the *stress* and inversely proportional to the number of *cycles*, which means that the greater the testing angle, the smaller the number of *cycles*, this can be seen in Table 4.2

data from ASTM A36 steel *fatigue* testing results. at a testing angle of 4° produces the greatest number of *cycles*, namely 1490200 *cycles* with the smallest testing *stress* of 62.77 MPa in 29804 seconds. At a testing angle of 8° it produces a number of *cycles* of 400050 *cycles* with a voltage of 125.54 MPa in 8001 seconds. At a testing angle of 11° it produces a number of *cycles* of 234200 *cycles* with a voltage of 172.62 MPa in 4684 seconds. At a testing angle of 13° it produces the smallest number of *cycles*, namely 9900 *cycles* with the largest testing *stress*, namely 204.01 MPa in 1980 seconds. This indicates that the greater the cyclical load experienced by a structure or component, the faster the material will fail due to *fatigue*. The results of macro observations of the *beachmark* area or inclined *crack propagation* are wider at the smallest testing angle (4°) and narrower at the largest testing angle (13°), the angle is directly proportional to the working *stress*, which means that the smaller the angle or testing *stress*, the crack propagation area will be wider and vice versa. The metallographic observations of ASTM A36 steel showed that the phase formed was *ferrite-pearlite*, the value of the *ferrite* fraction was 77.42% and the *pearlite* fraction was 22.58%. The SEM results of the *fracture surface* at angles of 4° and 13° ASTM A36 steel show *striation* and *microvoid coalescence* and *crack propagation* which indicates that the failure due to *fatigue* that occurs is *fatigue fracture*.

**Keywords:** *pressure vessel*, ASTM A36 steel, *fatigue*, *scanning electron microscopy* (SEM).



## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	
.....	<b>Erro</b>
<b>r! Bookmark not defined.</b>	
SKRIPSI	
.....	<b>Erro</b>
<b>r! Bookmark not defined.</b>	
HALAMAN PERSETUJUAN	
.....	<b>Erro</b>
<b>r! Bookmark not defined.</b>	
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
KATA PENGANTAR.....	xvi
RINGKASAN.....	xvii
SUMMARY.....	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR.....	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	26
BAB 1 PENDAHULUAN.....	27
1.1 Latar Belakang.....	27
1.2 Rumusan Masalah.....	28
1.3 Batasan Masalah.....	29
1.4 Tujuan Penelitian.....	29
1.5 Manfaat Penelitian.....	29
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
.....	<b>Erro</b>
<b>r! Bookmark not defined.</b>	

- 2.1 Tinjauan Pustaka  
**Error! Bookmark not defined.**
- 2.2 Bejana Tekan  
**Error! Bookmark not defined.**
- 2.3 Tegangan pada Bejana Tekan Silinder Dinding Tipis  
**Error! Bookmark not defined.**
- 2.4 Baja Karbon  
**Error! Bookmark not defined.**
- 2.5 Baja Karbon Rendah ASTM A36  
**Error! Bookmark not defined.**
- 2.6 Kegagalan Akibat *Fatigue*  
**Error! Bookmark not defined.**
- 2.7 Perhitungan Tegangan Lentur *Fatigue Repeated Bending*  
**Error! Bookmark not defined.**

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

..... **Error!**  
**r! Bookmark not defined.**

- 3.1 Diagram Alir Penelitian  
**Error! Bookmark not defined.**
- 3.2 Persiapan Specimen  
**Error! Bookmark not defined.**
- 3.2.1 Pemilihan Material Baja ASTM A36  
**Error! Bookmark not defined.**
- 3.2.2 Pembuatan Specimen  
**Error! Bookmark not defined.**
- 3.3 Alat dan Bahan Penelitian  
**Error! Bookmark not defined.**
- 3.4 Metode Pengujian  
**Error! Bookmark not defined.**
- 3.4.1 Pengujian *Fatigue Repeated Bending*  
**Error! Bookmark not defined.**

3.4.2 Pemeriksaan Visual

**Error! Bookmark not defined.**

3.4.3 Pemeriksaan Metalografi

**Error! Bookmark not defined.**

3.4.4 *Scanning electron microscopy* (SEM)

**Error! Bookmark not defined.**

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

.....**Error!**  
**r! Bookmark not defined.**

4.1 Data Hasil Pengujian Fatik

**Error! Bookmark not defined.**

4.1.1 Siklus (N)

**Error! Bookmark not defined.**

4.1.2 Tegangan Bending

**Error! Bookmark not defined.**

4.1.3 Kurva S-N

**Error! Bookmark not defined.**

4.2 Hasil Pengamatan Baja ASTM A36

**Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 Hasil Pengamatan Visual

**Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 Hasil Struktur Mikro atau Metalografi

**Error! Bookmark not defined.**

4.2.3 Hasil *Scanning electron microscopy* (SEM)

**Error! Bookmark not defined.**

4.3 Analisa Data dan Pembahasan

**Error! Bookmark not defined.**

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

.....**Error!**  
**r! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan

**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran

**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA ..... 30

LAMPIRAN

..... **Erro**

**r! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bejana dinding (a) tipis; (b) tebal (Moss, 2004) .....	6
Gambar 2.2	Bejana tekan dengan posisi (a) <i>horizontal cylindrical vessel</i> dan (b) <i>vertical cylindrical vessel</i> (Moss dan Basic, 2013). .....	7
Gambar 2.3	Diagram benda bebas bejana tekan (Popov,1996).....	8
Gambar 2.4	Variasi tegangan <i>fatigue</i> (Callister dan Rethwisch, 2014).....	13
Gambar 2.5	Kurva S-N (Callister dan Rethwisch, 2014) .....	14
Gambar 2.6	Pembebanan balok kantilever .....	15
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 3.2	Spesimen pengujian <i>fatigue</i> metode <i>repeated bending</i> .....	19
Gambar 4.1	Kurva S-N pengujian <i>fatigue</i> baja ASTM A36.....	27
Gambar 4.2	Posisi pembebanan (a) pada saat diam; (b) bergerak turun; (c) bergerak naik ke posisi netral .....	28
Gambar 4.3	Permukaan patah <i>fatigue</i> baja ASTM A36 sudut pengujian (A) 4°; (B) 8°; (C) 11°; (D) 13° .....	29
Gambar 4.4	Hasil metalografi baja ASTM A36 skala pembesaran 450x.....	30
Gambar 4.5	Hasil SEM pada permukaan patah <i>fatigue</i> baja ASTM A36 sudut pengujian 4° dengan skala perbesaran 2000x .....	31
Gambar 4.6	Hasil SEM pada permukaan patah <i>fatigue</i> baja ASTM A36 sudut pengujian 13° dengan skala perbesaran 2000x.....	31



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi baja karbon (Wiryosumarto, 2000) .....	11
Tabel 2.2	Syarat komposisi kimia baja ASTM A36 (ASTM A36, 2004) .....	12
Tabel 2.3	Syarat sifat mekanik baja ASTM A36 (ASTM A36, 2004).....	12
Tabel 3.1	Komposisi kimia baja ASTM A36 ( <i>Mill Certificate</i> ).....	18
Tabel 3.2	Sifat mekanik baja ASTM A36 ( <i>Mill Certificate</i> ).....	19
Tabel 4.1	Waktu patah pengujian fatik baja ASTM A36 .....	23
Tabel 4.2	Data hasil pengujian <i>fatigue</i> baja ASTM A36 .....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kartu asistensi bimbingan skripsi .....	39
Lampiran 2	<i>Mill certificate</i> .....	40
Lampiran 3	Spesimen fatigue sebelum dan setelah.....	40
Lampiran 4	<i>Torsee's Repeated Torsion &amp; Bending Fatigue Testing</i> <i>Machine type FTS-4</i> .....	40
Lampiran 5	SEM ZEISS EVO type MA10 .....	41
Lampiran 6	Mikroskop optik PME 3 11B dan Mikroskop Keyence VH-Z 450.....	41



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bejana tekan (*pressure vessel*) salah satu peralatan yang digunakan dalam bidang industri sebagai penampung fluida bertekanan seperti halnya bahan kimia, minyak maupun gas. Bejana tekan menerima beban internal (suhu, volume atau jumlah gas) dan eksternal (suhu, ketinggian, tekanan atmosfer atau kondisi cuaca). Perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar mengakibatkan tegangan pada dinding (*shell*) bejana yang meningkat seiring dengan selisih tekanan dan jari-jari dari bejana tersebut (Moss dan Basic, 2013). Tegangan ini mengakibatkan terjadi deformasi plastis atau perubahan bentuk bahan secara permanen karena tegangan melebihi batas *elastis*. Fluida didalam bejana tekan akan sangat berbahaya untuk lingkungan sekitar dan keselamatan pekerja ketika terjadi kegagalan, oleh sebab itu dalam perancangan atau pembuatan bejana tekan berdasarkan standar divisi II (ASME, 2015) untuk pemilihan material bejana tekan dan standar divisi VIII (ASME, 2019) untuk kode dan standar teknis bejana tekan.

Baja ASTM A36 salah satu jenis baja karbon dengan kadar karbon rendah rendah yang digunakan dalam bidang industri seperti minyak, gas atau bahan kimia. Baja karbon rendah mengandung antara (0,025%-0,25%) C, setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10-30 kg karbon (Wirjosumarto dan Okumura, 2000). Meningkatkan kadar karbon dan unsur paduan lainnya akan menaikkan sifat mekanik baja karbon, namun hal ini berdampak meningkat harga material (ASTM International, 2008). Baja ASTM A36 memiliki sifat mekanik yang baik, namun masih rentan mengalami kegagalan akibat *fatigue*, oleh karena itu diharapkan untuk menganalisa ketahanan lelah dan mengidentifikasi karakteristik permukaan patah material baja ASTM A36 agar dapat mengetahui batas-batas kekuatan material baja ASTM A36.

Karakteristik permukaan patah (*surface fracture characteristic*) pada material menunjukkan sifat fisik dan morfologi permukaan yang terbentuk

akibat proses patah atau retak. Karakteristik permukaan patah pada berbagai jenis patah material seperti *ductile fracture*, *brittle fracture*, *fatigue fracture*, serta *overload fracture* (Megyesy, 2008). *Ductile fracture* material mengalami deformasi plastis sebelum akhirnya patah, karakteristiknya menunjukkan adanya retakan, deformasi yang luas dan daerah plastis jelas. *Brittle fracture* material patah tanpa deformasi plastis yang signifikan dan dengan sangat cepat, karakteristiknya menunjukkan retakan yang melintang dan tidak ada deformasi plastis yang nyata. *Fatigue fracture* material patah yang mengalami beban berulang-ulang atau fluktuasi, karakteristiknya awal retak, *beachmark* dan striasi. *Overload fracture* material patah akibat beban melebihi batas kekuatannya dan patah dengan cepat dan tanpa mengalami deformasi sebelumnya, karakteristiknya menunjukkan permukaan yang kasar dan tidak teratur.

Pada peralatan atau mesin, 90% kerusakan pemakaian adalah kegagalan akibat *fatigue*. Bejana tekan termasuk peralatan yang mengalami beban berulang akibat tekanan internal. Baja ASTM A36 salah satu jenis bahan yang dapat digunakan pada bejana tekan, baja ini tetap memiliki batasan dalam ketahanan lelahnya. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian ini untuk memahami karakteristik permukaan patah dan ketahanan lelah pada baja ASTM A36. Dari penjelasan di atas, diperlukan pengujian *fatigue* metode *repeated bending* dan pengujian *Scanning electron microscopy* (SEM) sehingga penulis dapat menganalisa ketahanan lelah dan mengidentifikasi karakteristik permukaan patah material sehingga penelitian ini berjudul “Karakteristik Permukaan Patah dan Ketahanan Lelah pada Material Bejana Tekan Baja ASTM A36”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Baja ASTM A36 memiliki sifat mekanik yang baik, namun material ini tetap memiliki batasan dalam ketahanan lelahnya, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian “Karakteristik Permukaan Patah dan Ketahanan Lelah pada Material Bejana Tekan Baja ASTM A36” untuk menganalisa ketahanan lelah dan mengidentifikasi karakteristik permukaan patah baja ASTM A36.

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian “Karakteristik Permukaan Patah dan Ketahanan Lelah pada Material Bejana Tekan Baja ASTM A36” sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah baja ASTM A36.
2. Pengujian fatik metode *repeated bending* dengan variasi sudut pengujian sebesar 4°, 8°, 11° dan 13° dan tanpa perlakuan.
3. *Scanning electron microscopy* (SEM) permukaan patahan.
4. Peneliti mengadopsi pendekatan eksperimental untuk memperoleh hasil yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian “Karakteristik Permukaan Patah dan Ketahanan Lelah pada Material Bejana Tekan Baja ASTM A36” sebagai berikut:

1. Menganalisa ketahanan lelah material baja ASTM A36.
2. Mengidentifikasi karakteristik permukaan patah material baja ASTM A36.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian “Karakteristik Permukaan Patah dan Ketahanan Lelah pada Material Bejana Tekan Baja ASTM A36” sebagai berikut:

1. Sebagai kontribusi untuk ilmu pengetahuan di bidang Teknik Mesin.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi karakteristik permukaan patah dan ketahanan lelah baja ASTM A36 untuk perkembangan dalam pemilihan material bejana yang tepat untuk penggunaan yang aman dan efisien.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASME (2015) *ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II Part A Ferrous Material Specifications*. Tersedia pada: [www.techstreet.com](http://www.techstreet.com).
- ASME (2019) *ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII Division 1*. New York. <https://doi.org/https://doi.org/10.1115/1.859872.ch21>.
- ASTM International (2008) “Standard Specification for Carbon Structural Steel A 36/A 36M - 08,” hal. 2–3. Tersedia pada: ASTM International - ASTM A36/A36M-08 - Standard Specification for Carbon Structural Steel %7C GlobalSpec.
- Callister, W. dan Rethwisch, D. (2008) *Materials Science and Engineering An Introduction, Journal of Materials Science*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1007/BF01184995>.
- Chandra, H. (2019) *Analisis Kegagalan Material*. Palembang: UPT. Penerbit dan Percetakan. Tersedia pada: SINTA - Science and Technology Index ([kemdikbud.go.id](http://kemdikbud.go.id)).
- H. O. Fuchs dan Stephens, R.I. (1980) *Metal Fatigue In Engineering*. Canada: John Willey & Sons.
- Hafidz, M.D. dan Chandra, H. (2023) “Karakteristik patah dan ketahanan lelah besi cor malleable,” 14(1), hal. 307–315. <https://doi.org/10.21776/jrm.v14i1.1292>.
- Mardhi, A. dan Himawan, R. (2011) “Estimasi umur fatik menggunakan pembebanan,” *Sigma Epsilon*, 15(1), hal. 31–38.
- Megyesy, E.F. (2008) *Pressure Vessel Handbook 14th Edition*. Oklahoma: Pressure Vessel Publishing, Inc. Tersedia pada: Pressure Vessel Handbook, 14th Edition ([techstreet.com](http://techstreet.com)).
- Moss, D. (2004) *Pressure Vessel Design Manual 3rd Edition*. Amsterdam: Elsevier, Inc.
- Moss, D. dan Basic, M. (2013) *Pressure Vessel Design Manual 4th Edition*. Amsterdam: Elsevier, Inc. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-67103-3>.
- Mott, R.L. (2009) “Elemen - Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis,” in *Penerbit ANDI*, hal. Elemen-elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis.

- Popov, E.P. (1984) *Mechanics of Materials 2nd Edition*. Diedit oleh Zainul Astamar Terjemahan Indonesia. Jakarta: Erlangga.
- Pratowo, B. dan Apriansyah, N. (2016) “Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe Rotary Bending,” 2, hal. 49–58.
- Wiryosumarto, H. dan Okumura, T. (2000) *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.  
<https://doi.org/10.18196/jqt.010214>.