



JURNAL TEKNIK MESIN

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

Najamudin dan Bambang Pratowo	Peningkatan Kualitas Kekuatan Bahan Plat Dinding Corong Tuang (<i>Hopper</i>) Melalui Proses Chromizing Untuk Meningkatkan Jumlah Produksi Batu Bara
Muhamad Yunus, Najamudin dan Kurniadi	Pengaruh Perlakuan Quenching Tempering Terhadap Keluatan Impak pada Baja Karbon Sedang
Kunarto dan Indra Sumargianto	Serat tebu (<i>Bagasse</i>) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester
Indra Surya dan Suhendar	Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin
Bambang Pratowo dan Novran Apriansyah	Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC 10 Dengan Tipe Rotari Bending
Zein Muhamad	Penentuan Daya Kompresor Air Conditioning (AC) Pada Kendaraan Bus

UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

JURNAL TEKNIK MESIN	Vol. 2	No. 1	Hal 1-66	Bandar Lampung Oktober 2016	ISSN 2087- 3832
---------------------------	--------	-------	-------------	--------------------------------------	-----------------------



9 772087 383000



Volume 2 Nomor 1, Oktober 2016

DEWAN REDAKSI

- Pelindung : Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir, ST, MA
(Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bandar Lampung)
- Penanggung Jawab : Ir. Indra Surya, MT
(Ketua Program Studi Teknik Mesin UBL)
- Pimpinan Redaksi : Ir. Najamudin, MT
- Ketua Dewan Penyunting : Ir. Zein Muhamad , MT.
- Dewan Penyunting : Ir. Najamudin, MT. (UBL)
Witoni, ST, MM. (UBL)
Harjono Saputro, ST, MT. (UBL)
Dr. Gusri Akhyar Ibrahim, ST, MT. (Unila)
Dr. Amrizal, ST, MT. (Unila)
- Editor : Kunarto, ST, MT
- Sekretariat : Ir. Bambang Pratowo, MT.
Suroto Adi
- Penerbit : Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Univesitas Bandar Lampung

Alamat Redaksi :
Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Bandar Lampung
Jalan ZA Pagar Alam No 26, Labuhan Ratu
Bandar Lampung 35142
Telp./Faks. : 0721-701463 / 0721-701467
Email : jtmesin@ubl.ac.id





Volume 2 Nomor 1, Oktober 2016

DAFTAR ISI

	Halaman
Dewan Redaksi	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi.....	iii
 Peningkatan Kualitas Kekuatan Bahan Plat Dinding Corong Tuang (<i>Hopper</i>) Melalui Proses Chromizing Untuk Meningkatkan Jumlah Produksi Batu Bara Najamudin dan Bambang Pratowo	1-18
 Pengaruh Perlakuan <i>Quenching-Tempering</i> Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Sedang Muhamad Yunus, Najamudin dan Kurniadi	19-25
 Serat Tebu (<i>Bagasse</i>) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester Kunarto dan Indra Sumargianto	26-36
 Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin Indra Surya dan Suhendar	37-48
 Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe <i>Rotary Bending</i> Bambang Pratowo dan Novran Apriansyah	49-58
 Penentuan Daya Kompresor Air Conditioning (AC) Pada Kendaraan Bus Zein Muhamad	59-66
 Informasi Penulisan Naskah Jurnal.....	67



Volume 2 Nomor 1, Oktober 2016

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur kepada Allah SWT, atas terbitnya kembali Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung, Vol 2 No.1, Oktober 2016, rencananya jurnal ini akan diterbitkan 2 kali dalam setahun yaitu bulan April dan bulan Oktober setiap tahunnya.

Pada kesempatan kali ini redaksi menerbitkan 6 buah karya tulis hasil penelitian yang berasal dari staff pengajar internal Universitas Bandar Lampung, dan satu diantaranya dari luar Universitas Bandar Lampung.

Karya tulis hasil penelitian disajikan oleh Najamudin dan Bambang Pratowo dengan judul **“Peningkatan Kualitas Kekuatan Bahan Plat Dinding Corong Tuang (Hopper) Melalui Proses Chromizing Untuk Meningkatkan Jumlah Produksi Batu Bara”**, Muhamad Yunus, Najamudin dan Kurniadi dengan judul **“Pengaruh Perlakuan Quenching-Tempering Terhadap Kekuatan Impak Pada Baja Karbon Sedang”**, Kunarto dan Indra Sumargianto dengan judul **“Serat Tebu (Bagasse) Sebagai Bahan Pengisi Pada Komposit Dengan Matriks Resin Poliester”**, Indra Surya dan Suhendar dengan judul **“Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin”**. Bambang Pratowo dan Novran Apriansyah dengan judul **“Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe Rotary Bending”**, Zein Muhamad dengan judul **“Penentuan Daya Kompresor Air Conditioning (AC) Pada Kendaraan Bus”**.

Semoga jurnal yang kami sajikan ini bermanfaat untuk semua dan jurnal ini terus melaju dengan tetap konsisten untuk memajukan misi ilmiah. Untuk edisi mendatang kami sangat mengharapkan peran serta rekan-rekan sejawat untuk mengisi jurnal ini agar tercapai penerbitan jurnal ini secara berkala.

Bandar Lampung, Oktober 2016

Redaksi

Analisis Kekuatan Fatik Baja Karbon Rendah SC10 Dengan Tipe *Rotary Bending*

Bambang Pratowo ⁽¹⁾
Novran Apriansyah ⁽²⁾

- 1). Staf Pengajar Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung
email : bambang.pratowo@ubl.ac.id.
- 2). Alumni Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung

Abstrak :

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 fatik tipe *rotary bending*.

Dari pengujian yang dilakukan diperoleh siklus patah pada masing-masing variasi pembebanan semakin besar beban yang diberikan semakin 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.

Kata kunci : uji fatik (*fatigue*), *Rotary Bending*, baja karbon rendah SC10

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

Banyak masalah yang timbul dalam pengerjaan mekanis di lapangan yang dialami oleh ahli-ahli teknis dalam bidangnya seperti masalah fatik yang sulit untuk diperkirakan kapan terjadinya, dan tidak dapat dilihat secara kasat mata bahwa di suatu bentuk bahan seperti poros terjadi adanya tanda-tanda akan terjadinya patah fatik. Hal ini tentunya sangat merugikan, untuk itu perlu adanya suatu proses pengujian analisa terhadap umur fatik.

Tegangan berulang pada poros menyebabkan poros dapat mengalami patah lelah (*fatigue failure*) pada periode kerja tertentu. Kegagalan yang disebabkan oleh kelelahan lebih berbahaya daripada kegagalan statis dikarenakan kegagalan tersebut terjadi tanpa peringatan terlebih dahulu, secara tiba-tiba dan menyeluruh. Mekanisme terjadinya

kegagalan fatik dapat dibagi menjadi tiga fase, yaitu: awal retak (*initiation crack*), perambatan retak (*crack propagation*) dan perpatahan akhir (*fracture failure*). Lebih dari 90% penyebab kegagalan mekanik disebabkan oleh kegagalan lelah. Uji kelelahan dan pengamatan bentuk patahan sangat diperlukan untuk material logam yang dikenai beban berulang dan berguna sebagai referensi bagi logam tersebut dalam aplikasinya. Uji Leleh yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji lentur putar yang hasilnya adalah umur lelah dan besar tegangan yang diberikan serta perkiraan tegangan batas lelah. Pengujian dilakukan dengan menggunakan spesimen yang sesuai dengan standar pengujian sehingga dapat memprediksi kapan suatu logam akan mengalami kegagalan lelah.

Tujuan Penelitian

Tujuannya adalah untuk menganalisis nilai kelelahan pada poros dengan material baja karbon rendah dengan kadar C 0,1 – 0,3 % C dengan jenis SC10 menggunakan alat uji fatik tipe *rotary bending*.

Ruang Lingkup Penelitian

Adapun beberapa batasan masalah yang diberikan agar penelitian lebih terarah, yaitu:

1. Spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah SC10 tanpa mendapatkan perlakuan panas.
2. Analisis yang dilakukan hanya untuk mengetahui umur kelelahan dari spesimen.
3. Dimensi dan kondisi dari semua spesimen uji dianggap sama.
4. Kecepatan perputaran spesimen dianggap konstan pada setiap pengamatan.
5. Tingkat kekasaran permukaan spesimen uji dianggap sama.
6. Pengaruh lingkungan (kelembaban, perubahan temperatur) diabaikan.

TINJAUAN PUSTAKA

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
Mekanisme fatik umumnya dimulai dari *crack initiation* yang terjadi di permukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadi konsentrasi tegangan di permukaan (seperti goresan, notch, lubang-pits dll) akibat adanya pembebanan berulang.
2. Penyebaran retak
Crack initiation ini berkembang menjadi *microcracks*. Perambatan atau perpaduan *microcracks* ini kemudian membentuk *macrocracks* yang akan berujung pada *failure*.
3. Perpatahan Akhir
Perpatahan terjadi ketika material telah mengalami siklus tegangan dan regangan yang menghasilkan kerusakan yang permanen.

Fatigue atau kelelahan menurut ASM (1975) didefinisikan sebagai proses perubahan struktur permanen *progressive localized* pada kondisi yang menghasilkan fluktuasi regangan dan tegangan dibawah kekuatan tariknya dan pada satu titik atau banyak titik yang dapat memuncak menjadi retak (*crack*) atau patahan (*fracture*) secara keseluruhan sesudah fluktuasi tertentu.

Progressive mengandung pengertian proses *fatigue* terjadi selama jangka waktu tertentu atau selama pemakaian, sejak komponen atau struktur digunakan. *Localized* berarti proses *fatigue* beroperasi pada luasan lokal yang mempunyai tegangan dan regangan yang tinggi karena pengaruh beban luar, perubahan geometri, perbedaan temperatur, tegangan sisa dan tidak kesempurnaan diri. *Crack* merupakan awal terjadinya kegagalan *fatigue* dimana kemudian *crack* merambat karena adanya beban berulang. *Fracture* merupakan tahap akhir dari proses *fatigue* dimana bahan tidak dapat menahan tegangan dan regangan yang ada sehingga patah menjadi dua bagian atau lebih.

Kegagalan akibat *fatigue* telah diteliti lebih dari 150 tahun lalu. Salah satu studi paling awal dilakukan W.A.J. Albert, dengan menguji beban siklik pada rantai pengangkat di Jerman tahun 1828. Istilah *fatigue* digunakan pertama tahun 1839 pada mekanika oleh J.V Poncelet dari Prancis. A. Wohler dari Jerman, mulai meneliti *fatigue* tahun 1850 dan menguji beberapa besi baja dan logam lain dengan beban aksial, lentur dan torsi. Wohler juga menunjukkan bahwa *fatigue* tidak hanya dipengaruhi oleh beban siklik namun juga oleh besar tegangan rerata (*mean stress*). Studi dilanjutkan oleh Soderberg, Geber dan Goodman untuk memprediksi pengaruh *mean stress* terhadap umur *fatigue*.

Secara alami logam berbentuk kristalin artinya atom-atom disusun berurutan. Kebanyakan struktur logam berbentuk poli kristalin yaitu terdiri atas sejumlah besar kristal-kristal yang tersusun individu. Tiap-tiap butir memiliki sifat mekanik yang khas, arah susunan dan susunan tiap arah, dimana beberapa butir diorientasikan sebagai bidang-bidang yang mudah slip atau meluncur dalam arah tegangan geser maksimum. Slip terjadi pada logam-logam liat dengan gerakan dislokasi sepanjang bidang

kristalografi. Slip terjadi disebabkan oleh beban siklik monotonik.

Ketahanan *fatigue* suatu bahan tergantung dari perlakuan permukaan atau kondisi permukaan dan temperatur operasi. Perlakuan permukaan merubah kondisi permukaan dan tegangan sisa di permukaan. Perlakuan permukaan *shoot peening* menghasilkan tegangan sisa tekan yang mengakibatkan ketahanan lelah yang meningkat (Collins,1981).

Sedangkan perlakuan permukaan yang menghasilkan tegangan sisa tarik menurunkan ketahanan *fatigue*-nya (Hanshem and Aly, 1994, Hotta at al, 1995). Hal itu terjadi karena pada permukaan terjadi konsentrasi tegangan tekan atau tarik yang paling tinggi. Pada kondisi permukaan sedang menerima tegangan tarik maka tegangan sisa tekan pada permukaan akan menghasilkan resultan tegangan tekan yang semakin besar. Tegangan tekan akan menghambat terjadinya *initial crack* atau laju perambatan retak. Sehingga ketahanan lelah meningkat, dan akan terjadi sebaliknya apabila terjadi tegangan sisa tarik di permukaan.

Kegagalan *fatigue* dimulai dengan terjadinya retakan pada permukaan benda uji. Hal ini membuktikan bahwa sifat-sifat *fatigue* sangat peka terhadap kondisi permukaan, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kekasaran permukaan, perubahan sifat-sifat permukaan dan tegangan sisa permukaan (dieter,1992).

Penyajian data *fatigue* rekayasa adalah menggunakan kurva S-N yaitu pemetaan tegangan (S) terhadap jumlah siklus sampai terjadi kegagalan (N). Kurva S-N ini lebih diutamakan menggunakan skala semi log seperti ditunjukkan pada gambar 1. Untuk beberapa bahan teknis yang penting.



Gambar 1. Kurva S-N

Kurva tersebut didapat dari pemetaan tegangan terhadap jumlah siklus sampai terjadi kegagalan pada benda uji. Pada kurva ini siklus menggunakan skala logaritma. Batas ketahanan *fatigue* (*endurance limit*) baja ditentukan pada jumlah siklus $N > 10^7$ (Dieter,1992).

Untuk Mencari Siklus digunakan perkalian antara waktu dengan putaran motor.

$$N = t \times n$$

Dimana : N = Siklus

t = waktu (menit)

n = putaran motor (Rpm)

Pengujian *fatigue* dilakukan dengan cara memberikan *stress level* tertentu sehingga spesimen patah pada siklus tertentu. Retak *fatigue* biasanya dimulai pada permukaan di mana lentur dan torsi menyebabkan terjadinya tegangan-tegangan yang tinggi atau di tempat-tempat yang tidak rata menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan. Oleh karena itu, batas ketahanan (*endurance limit*) sangat tergantung pada kualitas penyelesaian permukaan (Van Vlack,2005).

Pengujian *fatigue* dilakukan dengan *Rotary Bending Machine*. Jika benda uji diputar dan diberi beban, maka akan terjadi momen lentur pada benda uji. Momen lentur ini menyebabkan terjadinya beban lentur pada permukaan benda uji dan besarnya dihitung dengan persamaan (*international for use of ONO'S,-*).

$$\sigma = \frac{W L / 2}{\pi / 32 d^3} \text{ kg/cm}^2$$

Dengan : σ = Tegangan lentur (kg/cm²)

W = Beban lentur (kg)

D = Diameter benda uji (cm)

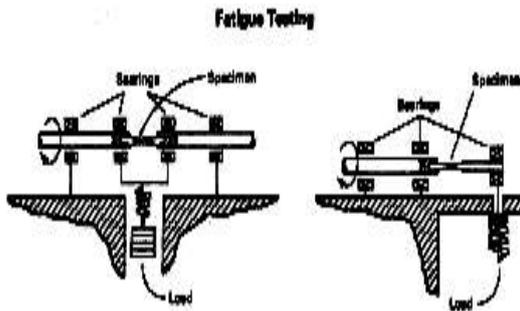
Klasifikasi Mesin Uji Fatik

1. Axial (Direct-Stress)

Mesin uji fatik ini memberikan tegangan ataupun regangan yang uniform ke penampangnya. Untuk penampang yang sama mesin pengujian ini harus dapat memberikan beban yang lebih besar dibandingkan mesin lentur statik dengan maksud untuk mendapatkan tegangan yang sama.

2. Bending Fatigue Machines

Cantilever Beam Machines dimana spesimen memiliki bagian yang mengecil baik pada lebar, tebal maupun diameternya, yang mengakibatkan bagian daerah yang diuji memiliki tegangan seragam hanya dengan pembebanan yang rendah dibandingkan lenturan fatik yang seragam dengan ukuran bagian yang sama.

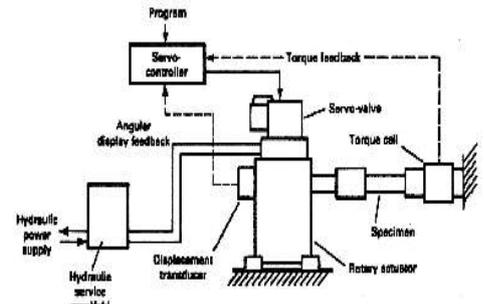


Gambar 2 . Moore-Type Machines

Moore-Type Machines dapat beroperasi sampai 10.000 rpm. Dalam seluruh pengujian, tipe lenturan hanya material yang didekat permukaan yang mendapat tegangan maksimum. Karena itu, pada spesimen yang berdiameter kecil volume material yang diuji.

3. Torsional Fatigue Testing Machines

Sama dengan mesin tipe *Axial* hanya saja menggunakan penjepit yang sesuai jika puntiran maksimum. Gambar dibawah ini adalah “Mesin Uji Fatik akibat Torsi” yang dirancang khusus.



Gambar 3. Torsional Fatigue Testing Machines

4. Special Purpose Fatigue Testing Machines

Dirancang khusus untuk tujuan tertentu. Kadang-kadang merupakan modifikasi dari mesin pengujian fatik yang sudah ada. Pengujian kawat adalah modifikasi dari “*Rotating Beam Machines*”.

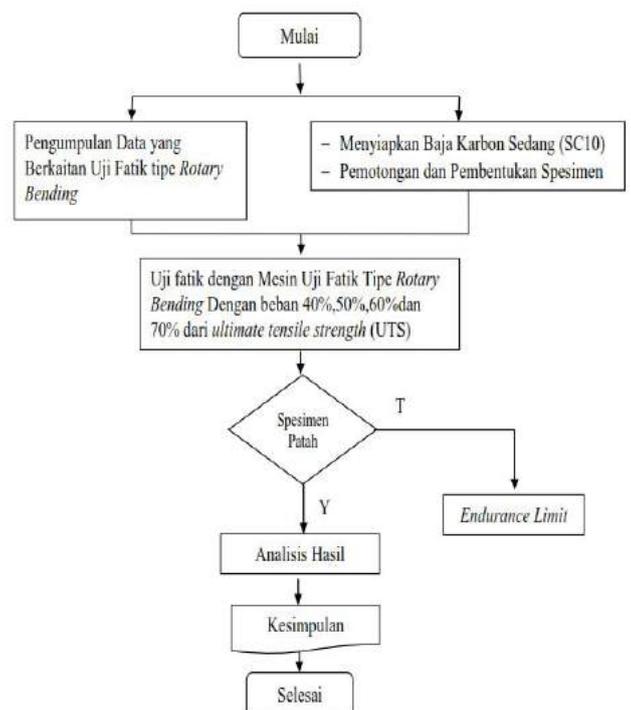
5. Multiaxial Fatigue Testing Machines

Dirancang untuk pembebanan atau lebih dengan maksud untuk menentukan sifat logam dibawah tegangan *biaxial/triaxial*.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Adapun Tahapan penelitian yang dilakukan dalam pelaksanaan uji fatik Baja Karbon Rendah SC10, terlampir di dalam diagram alir berikut ini :



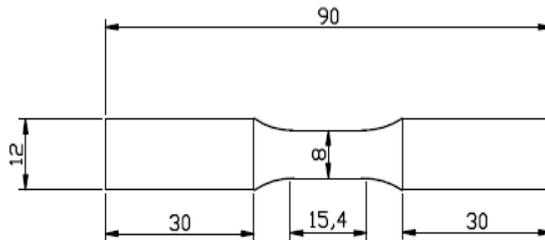
Gambar 4. Diagram alir penelitian

Material

Bahan yang digunakan ;
Baja Karbon Sedang SC10 yaitu Baja Karbon yang mengandung 0,10 % C

1. Spesimen (SC10)

Benda uji untuk pengujian ketahanan fatigue berdasarkan standar ASTM E 466 mempunyai ukuran dan bentuk ditunjukkan pada gambar berikut ini :



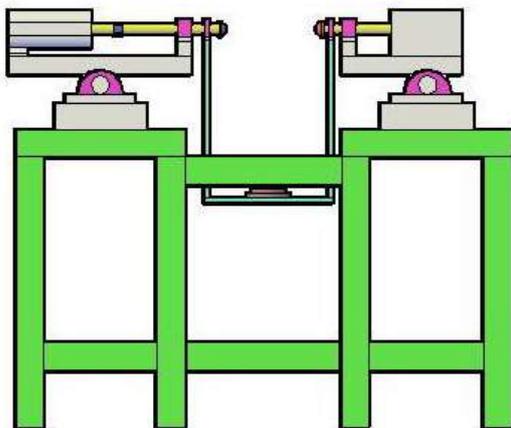
Gambar 5. Benda uji *fatigue* standar ASTM E 466

2. Peralatan

Mesin uji fatik tipe *rotary bending*, terdiri dari :

- Motor listrik
- Cekam dan pencatat siklus
- Chasis
- Bearing
- Stopwatch
- Beban / pemberat

Skema alat uji fatik tipe *Rotary Bending* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6. Mesin uji fatik *rotary bending*

Prosedur Pengujian

Sebelum melakukan pengambilan data, terlebih dahulu mengetahui nilai tegangan tarik maksimum (*ultimate tensile strength*) material SC10

Setelah itu baru melakukan pengujian. Adapun langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut :

- Setelah diketahui nilai *ultimate tensile strength* dari data spesifikasi spesimen, maka didapat berat beban yaitu 40%, 50%, 60% dan 70% dari *ultimate tensile strength* .
- Memasang spesimen pada mesin uji fatik.
- Memasang beban pertama.
- menghidupkan mesin untuk memulai pengujian.
- Saat material patah matikan motor.
- mencatat waktu patah yang diperoleh.
- menandai material untuk pengujian pertama.
- mengulangi langkah 2-7 untuk pengujian menggunakan beban selanjutnya.
- mencatat seluruh data dan kejadian selama pengambilan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pengujian menggunakan mesin uji lelah (*fatigue*) *rotary bending* sesuai dengan metode-metode penelitian yang dijelaskan pada bab 3, diperoleh data kekuatan lelah (*fatigue*) material baja karbon rendah SC10.

Data Spesimen Material Awal

1. Komposisi Kimia Material

Pengujian komposisi kimia dimaksudkan untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung dalam material. Hasil pengujian komposisi kimia, yaitu

Tabel.1. Komposisi kimia baja SC10

C	0,106	Mo	0,003
Si	0,166	Ti	0,002
S	0,005	Cu	0,002
P	0,05	Nb	0,022
Mn	0,656	V	0,003
Ni	0,032	Al	0,028
Cr	0.052	Fe	98,8

2. Data Tegangan Yang Diberikan Pada Pengujian

Tegangan yang diberikan pada pengujian ditentukan berdasarkan *ultimate tensile stress* baja karbon rendah SC10. Dari data spesifikasi baja karbon rendah SC10 diketahui nilai *ultimate tensile stress* adalah 365 Mpa. Pengujian dilakukan sebanyak 4 (empat) kali dengan 4 (empat) tegangan yang berbeda. Variasi tegangan yang diberikan adalah 40 %, 50%, 60%, 70% dari *ultimate tensile stress*.

Untuk menentukan beban yang digunakan dalam pengujian, digunakan persamaan 1(satu). Dari data spesifikasi baja karbon rendah SC10 diketahui bahwa baja SC10 memiliki *ultimate tensile stress* 365 MPa.

Data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

$$L = 225 \text{ mm}$$

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$\sigma = 365 \text{ MPa}$$

- a. Tegangan pada pengujian 40 % dari *ultimate tensile stress*

$$\sigma = \frac{W L / 2}{\pi / 32 d^3} \text{ kg/ cm}^2$$

$$365 \text{ MPa} \times 40\% = \frac{W \cdot 225 \text{ mm}}{\frac{\pi}{32} \cdot (8 \text{ mm})^3} \text{ kg/ cm}^2$$

$$\frac{W \cdot 225 \text{ mm}}{2} = (365 \text{ MPa} \times 40\%) \left[\frac{\pi}{32} (8 \text{ mm})^3 \right]$$

$$\frac{W \cdot 225 \text{ mm}}{2} = 7338,763 \text{ N/mm}$$

$$W \cdot 225 \text{ mm} = 7338,763 \times 2 \text{ N/mm}$$

$$W = \frac{14677,526}{225} \text{ N}$$

$$W = 65,23 \text{ N}$$

$$W = 6,6 \text{ kg}$$

- b. Setelah dilakukan perhitungan, kemudian, maka dengan cara yang sama hasil perhitungan untuk Tegangan pada pengujian 50 %, 60%,70% dari *ultimate tensile stress* dimasukkan kedalam tabel berikut :

Tabel 2. Data tegangan yang diberikan pada pengujian

No	UTS	tegangan (%)	d (mm)	L (mm)	σ (MPa)	W (kg)
1	365	40	8	225	146	6,6
2	365	50	8	225	182,5	8,3
3	365	60	8	225	219	9,9
4	365	70	8	225	255,5	11,6

Data Hasil Pengujian

1. Hasil pengujian lelah (*fatigue*)

Setelah dilakukan pengujian kelelahan baja karbon SC10 dengan menggunakan mesin uji *rotary bending* didapat hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3.

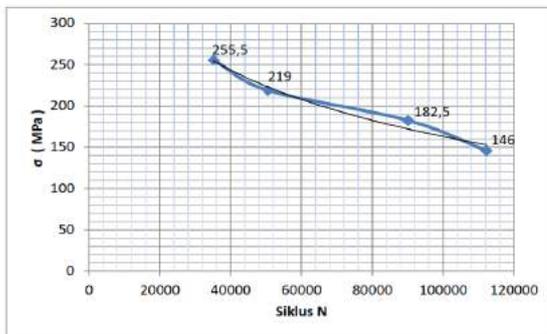
Tabel 3. Hasil pengujian kelelahan baja karbon rendah SC10

No	σ (MPa)	Siklus (N)	Rpm	T (menit)
1	146	112.252	2800	40,09
2	182,5	90.106	2800	32,20
3	219	50.456	2800	18,02
4	255,5	35.196	2800	12,57

Dari Pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat hasil pengujian yang pada tabel 3 bahwa waktu yang didapat sampai spesimen mengalami kelelahan (patah) berbeda-beda itu dikarenakan pengaruh

tegangan yang diberikan pada masing-masing spesimen, dari perbedaan tegangan itulah didapat beban yang diberikan berbeda pula untuk setiap spesimen, jadi dapat dilihat bahwa pemberian tegangan yang besar akan mengakibatkan spesimen mengalami kegagalan dalam waktu yang lebih cepat begitupun sebaliknya jika tegangan yang diberikan kecil maka waktu spesimen untuk mengalami kegagalan lebih lama.

Setelah didapat hasil pengujian kelelahan (*fatigue*) yang dilakukan terhadap benda uji didapatkan data dalam bentuk kurva S-N yang terlihat pada grafik berikut:



Gambar 7. Kurva S-N pengujian kelelahan (*fatigue*) baja karbon rendah SC10

Dari kurva S-N pengujian lelah baja karbon SC10 dapat dilihat bahwa perbandingan antara siklus dengan tegangan adalah perbandingan terbalik yaitu semakin kecil tegangan semakin besar siklus yang didapat sebaliknya semakin besar tegangan, siklus yang didapat semakin kecil.

2. Kekasaran Permukaan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan mesin bubut manual, sehingga memungkinkan terdapatnya goresan-goresan pahat pada spesimen. Goresan-goresan ini jika tidak dihilangkan maka akan menjadi takikan yang mendapatkan konsentrasi tegangan. Spesimen yang akan diuji sebelumnya dilakukan penghalusan permukaan dengan menggunakan kertas gosok (*amplas*)

halus 1000 mesh. Penghalusan permukaan spesimen merupakan pengerjaan akhir dari pembuatan spesimen, yaitu bertujuan untuk mengurangi pengaruh takikan-takikan akibat proses bubut. Jika takikan-takikan ini tidak dikurangi maka akan menjadi sumber *crack* dan terjadi konsentrasi tegangan yang kemudian dapat mengurangi umur lelah. Berikut hasil dari pengukuran kekasaran permukaan spesimen :

Tabel 4 . Data kekasaran permukaan spesimen (Ra)

No	Ra (6,6 kg)	Ra (8,3 kg)	Ra (9,9 kg)	Ra (11,6 kg)
1	0.95	0.63	0.84	0.76
2	0.81	0.89	0.94	0.89
3	0.86	0.59	0.61	0.96
4	0.79	0.74	0.81	0.55
5	1,00	0.79	0.79	0.76
6	0.90	1.06	0.78	0.67
7	0.87	0.85	1.07	0.59
8	1.07	0.99	0.75	0.65
9	1.18	0.79	0.95	0.87
10	0.91	0.89	0.76	0.78
Avg	0.934 μm	0.822 μm	0.805 μm	0.748 μm

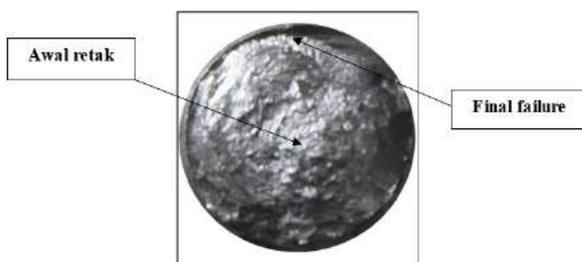
Untuk memperoleh hasil yang baik maka pengujian kekasaran permukaan spesimen dilakukan 10 (sepuluh) kali pengujian dan kemudian ditentukan rata-ratanya. Terlihat bahwa pada masing-masing pengujian memiliki kekasaran permukaan yang berbeda namun perbedaan itu tidak terlalu signifikan.

Pembahasan

Pada dasarnya ada beberapa faktor yang mempengaruhi atau menentukan kelelahan dari baja yaitu tegangan yang diterima, struktur mikro, suhu operasi, proses pemesinan dan lain sebagainya. Pada pengujian *fatigue* baja karbon rendah SC10 dengan tipe *rotary bending* ini aspek yang banyak menentukan umur lelah dari baja adalah kondisi operasi, proses pemesinan dalam pembuatan spesimen dan tegangan yang diberikan.

Untuk kekasaran permukaan spesimen (R_a) dapat dilihat pada tabel 2, pengambilan data uji kekasaran permukaan spesimen dilakukan setelah dilakukan uji *fatigue*, ini dikarenakan alat *surface tester* tidak dapat mengambil data saat spesimen dalam keadaan normal. Jadi untuk data kekasaran permukaan spesimen dilakukan pada spesimen yang sudah patah. Dari data yang diperoleh terlihat bahwa pada masing-masing pengujian memiliki kekasaran permukaan yang berbeda namun perbedaan itu tidak terlalu signifikan ini dikarenakan pada proses finishing pembuatan spesimen dilakukan penghalusan permukaan dengan menggunakan kertas gosok (amplas) halus 1000 mesh.

Pada tabel 2 dapat dilihat hasil data dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil yang kurang ideal, ini terjadi dikarenakan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya, diantaranya adalah faktor getaran. Dimana dalam pengujian ini faktor getaran tidak termasuk dalam batasan masalah, sehingga faktor getaran tidak menjadi pembahasan dalam penelitian. Getaran timbul karena alat uji fatik yang digunakan dalam pengujian ini menggunakan bearing jenis *ball bearing*. *Ball bearing* sebenarnya termasuk bearing untuk beban yang rendah, sehingga kurang baik digunakan pada alat uji fatik *rotary bending* yang dioperasikan dengan kecepatan 2800 rpm. Penggunaan bearing jenis *roller bearing* diharapkan dapat mengurangi getaran yang ditimbulkan dalam pengujian ini. Getaran yang timbul dalam pengujian ini mengakibatkan menurunnya kekuatan lelah dari baja SC10. Getaran ini menyebabkan baja tidak hanya mengalami beban bending namun juga mengalami beban karena adanya getaran. Faktor getaran ini tidak diharapkan pada pengujian ini karena mengurangi nilai kekuatan *fatigue* pada spesimen baja karbon rendah SC10.



Gambar 8 . Permukaan patahan yang terjadi akibat tegangan 255,5 MPa

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa patahan yang terjadi akibat tegangan 255,5 Mpa yang diberi beban 11,6 kg mengalami awal retak berupa sobekan-sobekan pada setiap bagian, sobekan menyebar keseluruhan bagian permukaan, pada satu sisi memiliki sobekan yang besar kemudian mengecil sehingga penampang yang tersisa tidak sanggup lagi menahan beban sehingga terjadi perpatahan. Terdapat banyaknya sobekan menandakan bahan uji merupakan jenis baja yang memiliki keuletan yang cukup baik.



Gambar 9 . Permukaan patahan yang terjadi akibat tegangan 219 MPa

Pada pengujian dengan tegangan sebesar 219 Mpa yang diberi beban 9,9 kg, patahan yang terjadi hampir sama pada tegangan 255,5 yang mengalami sobekan tetapi sobekan yang terjadi pada tegangan 219 Mpa tidak terjadi sobekan yang begitu besar. Bahan uji mengalami awal retak ditengah-tengah kemudian menyebar berupa sobekan-sobekan dan akhirnya mengalami patah pada suatu titik dibagian pinggir bahan uji yang mengalami sobekan yang paling besar.



Gambar 10 . Permukaan patahan yang terjadi akibat tegangan 182,5 MPa

Pengamatan pada permukaan patahan hasil pengujian *fatigue*. Pada gambar diatas adalah gambar permukaan patah spesimen dengan tegangan diberikan yaitu 182,5 MPa (Beban 8,3 kg). Retak awal dimulai pada suatu titik dipermukaan benda uji, yang kemudian merambat dan akhirnya patah pada titik yang

bertolak belakang dengan titik dimana retak awal dimulai. Dilihat dari bentuk patahan, bahan uji pada penelitian ini tergolong jenis baja lunak dan ulet.



Gambar 11 . Permukaan patahan yang terjadi akibat tegangan 146 MPa

Pada permukaan patahan spesimen dengan tegangan yang diberikan paling rendah 146 MPa (Beban 6,6 kg) dapat dilihat bahan uji mengalami retakan dan akhirnya mengalami patah. Hal tersebut bukan semata-mata diakibatkan oleh adanya tegangan yang diberikan tetapi ada faktor tambahan yang mempengaruhi terjadinya patah pada benda uji tersebut yaitu adanya getaran pada saat pengujian, getaran mengakibatkan permukaan patah benda uji seperti mengalami beban yang berat dan getas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian, pengambilan data, dan analisis pengujian lelah pada baja karbon rendah SC10 dengan menggunakan mesin uji fatik tipe *rotary bending* maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar beban yang diberikan semangakin cepat baja mengalami patah begitu juga sebaliknya.
2. Besarnya beban dipengaruhi oleh besarnya tegangan yang diberikan.
3. Getaran dapat mempengaruhi hasil dari pengujian yang dilakukan.
4. Baja karbon rendah SC10 memiliki nilai kelelahan yang tinggi tetapi kurang baik untuk komponen struktur yang mengalami getaran besar.
5. Baja dapat mengalami kegagalan dengan tegangan yang diberikan jauh dibawah tegangan yang dapat menimbulkan

kegagalan statik yang diakibatkan oleh adanya faktor-faktor lain.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai Pengujian lelah baja karbon rendah SC10 dengan menggunakan mesin uji fatik *rotary bending* yang ada di laboratorium metrologi industri adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya getaran pada mesin uji fatik dibuat seminimal mungkin sehingga hasil yang diperoleh dapat akurat dengan tegangan yang diterima oleh benda uji tanpa faktor-faktor tambahan yang lain.
2. Untuk mengurangi getaran dapat diganti *bearing* yang terdapat pada mesin uji fatik, dalam pengujian ini menggunakan bearing jenis *ball bearing*. *Ball bearing* sebenarnya termasuk bearing untuk beban yang rendah, sehingga kurang baik digunakan pada alat uji fatik *rotary bending* yang dioperasikan dengan kecepatan 2800 rpm. Penggunaan bearing jenis *roller bearing* diharapkan dapat mengurangi getaran yang ditimbulkan dalam pengujian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alois Schonmetz, Karl Gruber, Pengetahuan Bahan Dalam Pengerjaan Logam. Angkasa Bandung. 1993.
2. Amanto, H dan Daryanto. 2006. *ilmu Bahan* PT Bumi Aksara. Jakarta.
3. Anrinal. 2013. *Metalurgi Fisik*. Cv. Andi Offset. Yogyakarta.
4. Arifin. 1982. *Ilmu Logam*. Ghalia Indonesia.
5. B.H. Amstead, Phillip . Ostwald, Myron L. Begeman. *Teknologi Mekanik*, Erlangga, Jakarta. 1985

6. B.J.M. Beumer (Ahli bahasa: B.S. Anwir/Matandong). 1980. *Pengetahuan Bahan*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
7. Dieter, George E., 1992, *Metalurgi Mekanik*, Jilid 1, edisi ketiga, alih bahasa oleh Sriati Djafrie, Erlangga, Jakarta
8. Edi Supardi. 1994. *Pengujian Logam*. Angkasa. Bandung.
9. Jhon A. Scey. (Ahli Bahasa : Rines, Dwiyani Asih, Indah Sri Utami, Basuki Hari Winarno). 2009. *Proses Manufaktur*. Cv. Andi Offset. Yogyakarta.
10. Joseph Shigley, *Perencanaan Teknik Mesin*. Erlangga Jakarta. 1984
11. K.W.Vohdin. 1981. *Mengolah Logam*. Pradnya Paramita. Jakarta.
12. Salman, R. E. dan Bishop, R. J. (Ahli bahasa : Sriati Djaprie). 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga. Jakarta.
13. Sisworo dan Sudjito. 2009. *Ketahanan Fatik Rotary Bending*. <http://aguskreatif.blogspot.com>. Diakses pada 31 Maret 2012.
14. Tata Surdia. *Teknik Pengecoran Logam*. PT. Pradnya Pramita Jakarta. 1982.
15. Vlack, Van. (Ahli bahasa: Sriati Djaprie). 1994. *Ilmu Bahan dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Edisi 5. Erlangga. Jakarta.